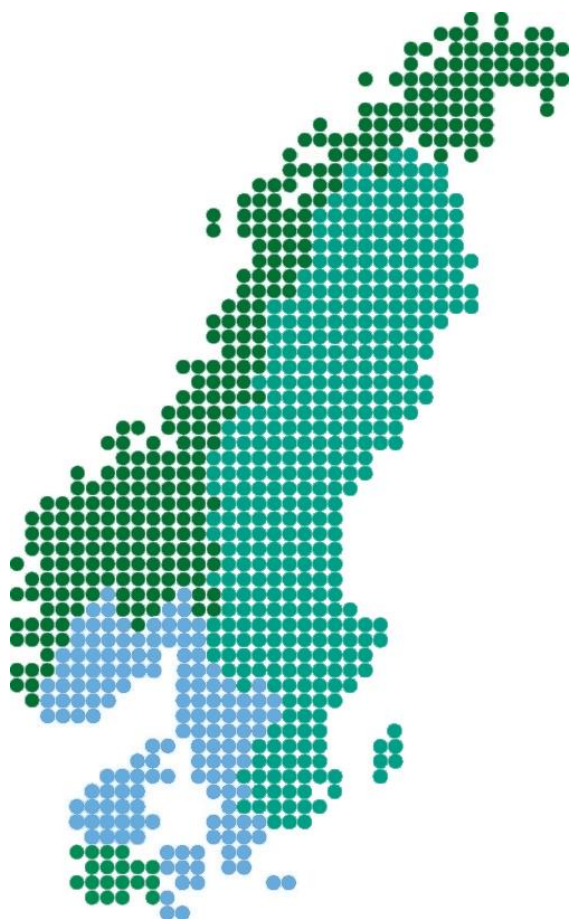


The Blue Move for a Green Economy

Rammevilkår og strategier for hydrogen i transportsektoren

Ramvillkor och strategier för vätgas inom transportsektorn

Rammevilkår og strategier for brint i transportsektoren



August 2018

Innholdsfortegnelse

The Blue Move for a Green Economy.....	4
Forkortelser	5
Sammendrag.....	6
Summary.....	7
1 Inledning	8
2 Syftet med rapporten	12
3 Rammevilkår på EU-nivå.....	13
3.1 EU-direktivet Deployment of Alternative Fuels Infrastructure	14
3.1.1 Sveriges policy-dokument	14
3.1.2 Danmarks policy-dokument	15
3.1.3 Norges policy-dokument.....	15
3.2 Nasjonal og EU-støtte til utbygging av infrastruktur	15
4 Rammevilkår, strategier og handlingsplaner på nasjonalt nivå	17
4.1 Sverige.....	18
4.2 Danmark.....	20
4.3 Norge	23
5 Rammevilkår, strategier og handlingsplaner på regionalt og lokalt nivå	26
5.1 Strategier.....	27
5.1.1 CO ₂ -nøytral hovedstad – København kommune.....	27
5.1.2 Sveriges klimasmarteste by – Malmö kommune	28
5.1.3 Strategimål for klimaprogram – Göteborg kommune.....	28
5.1.4 Regional plan for klima og energi – Akershus fylkeskommune.....	29
5.1.5 Hydrogenstrategi – Akershus fylkeskommune og Oslo kommune.....	29
5.1.6 Klima- og energistrategi – Oslo kommune	30
5.1.7 Anskaffelsesstrategi – Oslo kommune	31
5.1.8 Strategi for fossilfrie kjøretøy – Skedsmo kommune	31
5.2 Handlingsplaner	32
5.2.1 Roadmaps for CO ₂ -nøytral hovedstad – København kommune	32
5.2.2 Handlingsplan for fossilfrie drivstoff – Skåne.....	33
5.2.3 Färdplaner för fossilfri konkurrenskraft	33
5.2.4 Sista stegen mot fossilbränslefrihet – Ti skånske kommuner	33
5.2.5 Handlingsprogram for den regionale planen for klima og energi – Akershus fylkeskommune	34
5.2.6 Handlingsplan for hydrogenstrategi – Akershus fylkeskommune	35
5.2.7 Klimabudsjett – Oslo kommune	36
5.2.8 Handlingsdel 2017-2018 – Skedsmo kommune	37
5.3 Tiltak.....	38
5.3.1 Testing av hydrogenkjøretøy.....	38
5.3.2 Krav og erklæringer for anleggsmaskiner.....	39
5.3.3 Bilfrie soner og lavutslippssoner	39
5.3.4 Tids- og miljødifferensierte bompenger	40
5.3.5 Dieselforbud.....	41
5.3.6 Drosjeløyve og taxiprojekt.....	41
5.3.7 Etablere energistasjoner	42
5.3.8 Fossilfri kollektivtrafikk.....	42

6	Forretningsmodeller for hydrogen til transport.....	43
6.1	Analyse av forretningsmodeller for anvendelse av hydrogen til transport.....	43
6.2	Behov av bilar vid en tankstation - ett räkneexempel.....	54
6.3	Behovsstudie och teknikkartläggning av arbetsmaskiner.....	56
6.4	Potensialet for midlertidige hydrogenfyllestasjoner.....	57
6.5	Tungtransport.....	60
7	Veileder for økt satsing på hydrogen til transport.....	62
7.1	Vätgas på vägarna: 10 vägval.....	63
7.2	Sjekkliste for kommuner.....	65
8	Referanser	67

The Blue Move for a Green Economy

The Blue Move for a Green Economy, eller Blue Move i dagligtale, er en grenseoverskridende satsning innenfor innsatsområdet Grønn energi i ØKS-regionen.

Interreg-prosjektet, som går over tre år (august 2015 – juli 2018), er et samarbeid mellom offentlige og private aktører for å fremme økt bruk av fornybar energi gjennom bruk av hydrogen som erstatning for fossile drivstoff.

Prosjektet skal bidra til utvikling av forretningsmodeller for infrastruktur (WP4) og produksjon, lagring og distribusjon (WP3), hvilket er en forutsetning for at en bred introduksjon av hydrogenkjøretøy (WP5) vil være mulig.

Partnere

GREENHYDROGEN.DK

FALKENBERG  ENERGI SE

 ENERGIKONTORET SKÅNE
En del av Kommunförbundet Skåne

RI
SE

 HYOP

 SKÅNE

nel •

 Oslo kommune

 SKEDSMO
KOMMUNE

 AKERSHUS
fylkeskommune

 Göteborgs
Stad

OREEC
KUNNSKAPSBYEN
CENTRE OF INNOVATION

 HYSTØRSYS

INNOVATUM

VÄTGAS
SVERIGE

ZERO 

Versjon: 1**Dato: 2018-08-22****Forfattere:**

Ola Solér, Region Skåne

Åse Bye, Vätgas Sverige

Björn Aronsson, Vätgas Sverige

Erik Wiberg, Vätgas Sverige/RISE

Peter Leisner, RISE

Anna Cornander, RISE

Karin Nilsson, RISE

Anna Alexandersson, RISE

Jon Eriksen, Kunnskapsbyen Lillestrøm/Hystorsys

Jan Carsten Gjerløw, Kunnskapsbyen Lillestrøm

Eric Lyche Rambech, Oslo kommune

Liv-Elisif Kalland, ZERO

Mattias Goldmann, Fores

Mats Pervik, Göteborgs Stads Leasing AB

Anna Tibbelin, Energikontoret Skåne

Niels-Arne Baden, GreenHydrogen

Forkortelser

AFI Se DAFI

BEV Battery Electric Vehicle

CBG Compressed Biogas

CEF Connecting Europe Facility (EU-program)

CNG Compressed Natural Gas

DAFI Directive 2014/94/EU on the deployment of Alternative Fuels Infrastructure

DKK Danske kroner

EFTA European Free Trade Association (medl. Norge, Island, Liechtenstein og Sveits)

EU Den europeiske union / Europaunionen

EV Electric Vehicle

ESA EFTA Surveillance Authority (EFTAs overvåkningsorgan)

EUR Euro

EØS Det europeiske økonomiske samarbeidsområde

FCEV Fuel Cell Electric Vehicle

FME Forskningssentre for miljøvennlig energi (ordning innen Norges Forskningsråd)

FoU Forskning og utvikling

INEA Innovation and Networks Executive Agency

ITS Intelligente transportsystemer

LBG Liquid Biogas

LNG Liquid Natural Gas

MVA Merverdiavgift (forbruksavgift/skatt)

NEDC New European Driving Cycle

NOK Norske kroner

NPF National Policy Framework

OSL Oslo Lufthavn (Gardermoen)

PV Photovoltaic

PHEV Plug-in Hybrid Electric Vehicle

SEK Svenske kroner

WLTP Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure

ZEG Zero Emission Gas

ØKS Øresund-Kattegat-Skagerrak

Sammendrag

I Interreg-prosjektet Blue Move arbeider vi for å fremme økt bruk av fornybar energi som erstatning for fossile drivstoff i ØKS-regionen. Internasjonale, nasjonale, regionale og lokale rammevilkår, strategier og tiltak er avgjørende for å gjøre transportsektoren utslippsfri. Denne rapporten beskriver slike rammevilkår og strategier og gir en rekke eksempler på hva man kan gjøre på lokalt og regionalt nivå for å fremme utslippsfri transport. Videre gir rapporten en analyse av forretningsmodeller for bruk av hydrogen til transport, og til slutt forslag til strategiske veivalg og en konkret sjekkliste for kommuner som ønsker å legge til rette for utslippsfri transport.

Hensikten med rapporten er å hjelpe både offentlige og private aktører til å lykkes med introduksjon av hydrogen til transport. Arbeidet må skje i et samspill mellom det offentlige og næringslivet. Kommuner og fylker/regioner har en viktig rolle som premissgiver og tilrettelegger, men også i å gå foran som anvender av hydrogen til egne kjøretøy og i kollektivtransport. Videre kan offentlige aktører gjennom sin innkjøpsmakt drive utviklingen i ønsket retning ved å etterspørre bruk av utslippsfrie drivstoff. Det private næringslivet har en viktig rolle i å bygge og drive infrastruktur, og til å anvende hydrogen som drivstoff i personbiler og til nyttefordrag.

Rapporten beskriver rammevilkår og strategier for reduksjon av klimagassutslipp fra transport på EU-nivå og ned til lokalt nivå. Det er en rød tråd i disse strategiene; for at EU skal nå sine målsettinger må hvert land sette egne mål. For at de nasjonale målene skal nås må det skje tiltak på lokalt og regionalt nivå. I kapittel 3 beskrives EUs mål og strategier. Kapittel 4 tar for seg de nasjonale rammevilkår og strategier i Sverige, Danmark og Norge. Det viser seg at det er stor variasjon i hvilke virkemidler som benyttes i landene for å fremme utslippsfri transport. I kapittel 5 gir vi en rekke eksempler på regionale og lokale strategier, handlingsplaner og tiltak.

I en tidlig fase er det utfordrende å finne bærekraftige forretningsmodeller for hydrogen til transport og både private så vel som offentlige aktører vil trenge støtte. I rapporten *Blue Move - Mulighetsstudie for produksjon, industri, lagring og distribusjon av hydrogen* belyses hydrogenets potensial som energibærer i ØKS-regionen gjennom en rekke case-beskrivelser. I kapittel 6 gir vi en kortfattet analyse av forretningsmodellene beskrevet i casene. Videre presenteres et regneeksempel som belyser lønnsomheten for en hydrogenstasjon relatert til etterspørselen. Deretter beskrives muligheten for utbygging av infrastruktur sett i lys av arbeidsmaskiner og koordinerte initiativ innen tungtransport, og vi sammenfatter en studie over potensialet for midlertidige hydrogenfyllestasjoner i Norge og Sverige.

Avslutningsvis gir rapporten noen praktiske råd for hvordan få mer hydrogen på veiene. Her gis det 10 veivalg på et litt overordnet nivå for *hva* man bør satse på og *hvordan*. Videre presenteres en konkret sjekkliste for kommuner på 10 punkter. Kommunene har en viktig rolle gjennom å omstille egen kjøretøyflåte og legge til rette for at kommunens næringsliv og innbyggere kan kjøre utslippsfritt.

Det er vårt mål at rapporten vil inspirere både offentlige og private aktører til å planlegge og gjennomføre konkrete tiltak for å øke anvendelsen av hydrogen til transport og gjennom det nå sine mål om reduksjon av klimagassutslipp.

Lillestrøm / Göteborg, august 2018.

Summary

The Interreg project Blue Move promotes increased use of renewable energy to replace fossil fuels in the Øresund-Kattagat-Skagerrak (ØKS) region. International, national, regional and local framework conditions, strategies and measures are crucial in making the transport sector emission-free. Such framework conditions and strategies providing examples of what can be done at local and regional level to promote emission-free transport are described including analysis of business models for the use of hydrogen for transport, as well as proposals for strategic roadmap bullet points and a concrete checklist for municipalities that wish to facilitate emission-free transport.

The purpose of the report is to help both public and private stakeholders succeed in introducing hydrogen as a fuel. A tight interaction between the public and private sector is seen crucial to secure a successful outcome. Municipalities and counties/regions have important roles as facilitators and first movers including hydrogen vehicles in their own car fleet and for public transport. Through its purchasing power, public authorities can drive development in the right direction by demanding the use of emission-free fuels. At the same time, the private sector has important roles in building and operating infrastructure, as well as adopting hydrogen fuelled passenger cars and utility vehicle.

The report describes framework conditions and strategies for reducing greenhouse gas emissions from transport at EU level and down to local level. There is a strong connection between these strategies; To achieve the EU goals, each country must set its own goals. Similar, to reach the national targets, measures must be taken at local and regional level. In Chapter 3, the EU goals and strategies are described. Chapter 4 addresses the national framework conditions and strategies in Sweden, Denmark, and Norway. It appears that there are great variations in which instruments are used in the countries to promote emission-free transport. In Chapter 5, a range of insights into regional and local strategies, action plans and measures are provided.

In an early phase, sustainable business models might be hard to find without financial support both for private and public stakeholders. In a Blue Move feasibility study [BLUE MOVE WP3] the potential of hydrogen as an energy carrier in the ØKS region was illuminated through several case descriptions. In Chapter 6, a brief analysis of the business models described by these cases is provided. Then, a numerical example is presented illustrating the profitability of a small hydrogen station related to a fixed refuelling demand. Next, the possibility of infrastructure development in elucidation of construction machinery and coordinated initiatives in the field of heavy transport are described. At the very end of the chapter, a study of the potential for temporary hydrogen filling stations in Norway and Sweden is summarised.

Finally, the report provides some practical advice on how to get more hydrogen on the road. Here, 10 roadmap bullet points at a slightly higher level for *what* and *how* to focus are given. Furthermore, a concrete 10-point checklist for municipalities is presented. The municipalities play an important role in transforming their own vehicle fleet and facilitating that private sector and its residents being able to run emissions-free.

Our aim is that the report will inspire both public and private sector to plan and implement concrete measures to increase the use of hydrogen for transport and by these means achieve its goals of reduced greenhouse gas emissions.

Lillestrøm / Gothenburg, August 2018.

1 Inledning

Projektet The Blue Move for a Green Economy är ett samarbete mellan tre länder för att öka kunskaperna kring vätgas. Kunskandet om vätgas som energibärare och som miljövänligt drivmedel/bränsle behöver öka. Utgångspunkten för projektet handlar om att värna om vår miljö. Bränslecellsbilar som drivs med vätgas är så kallade nollutsläppsfordon som kan bidra till en fossiloberoende fordonsflotta. Projektet har syftat till att skynda på processerna och bjuda in regioner och kommuner att ta aktiv del i utvecklingen av vätgas som ett affärsområde som både leder till resultat av satta klimatmål, möjlig nyindustrialisering och till nya affärsmodeller som gynnar klimat- och energismart tillväxt. Genom att engagera, presentera, utbilda och involvera brett, i såväl kommuner och regioner som i företag och skolor, har kunskap byggts in redan tidigt.

Skapar tillit i branschen

Många företag i Skandinavien är duktiga på produktion, distribution och lagring av vätgas, även att utnyttja den som drivmedel. De aktörerna vill projektet hjälpa. Därför är resonemang kring och förslag till affärsmodeller för såväl produktion som distribution som användning av vätgas viktiga.

Målet är att få aktörer att etablera tankstationer samt utveckla transportlösningar för bränslet och dess fordon. För att lyckas med detta har branschen, regelverk och incitament granskats. Barriärer och utmaningar för att underlätta för aktörer som kan, vågar och vill satsa på vätgas som drivmedel, har gått igenom. Projektet har arbetat för att öka tilliten i branschen så att fler vågar satsa.

Nätverksbyggande

Projektet har arbetat framgångsrikt med att få med fler privata aktörer och skapat samarbeten. För att lyckas har det också varit viktigt att delta i samtalen internationellt, eftersom det i Norden var en relativt liten bransch. Vi är beroende av den utveckling som sker i andra länder. Under de tre år som gått har omvärlden investerat stort i batteriutveckling, men i Asien, i USA såväl som i Europa står det klart att vätgas som energibärare och drivmedel uppfattas vara en mer robust lösning för elektromobilitet. Stora satsningar i fordonsutveckling och tankinfrastruktur tar nu plats. Hur vi arbetar med utvecklingen av vätgas som drivmedel, de skandinaviska satsningarna på tankinfrastruktur och etablering av fordonsflottor är med andra ord av stor betydelse inte bara för oss i norra Europa.

Viktigt med erfarenhetsutbyte

För att utveckla vätgas som ett affärsområde behöver länderna lära av varandra. Dessutom är tre röster starkare än en. Vi har i våra skandinaviska länder kommit olika långt, vi har olika regelverk och ramvillkor som sätter förutsättningar och det har under projektets gång ändrats på sina håll. I Norge har satsningar på att underlätta för såväl köp av fordon som utbyggnad av tankstationer tagit fart, och där är Akershus ledande på att tillämpa och använda vätgas. Danmark är ett av de första länderna att ha ett rikstäckande nätverk för vätgas. I Sverige underlättar förhoppningsvis den nya klimatlagen som infördes 1 januari 2018 samt ett utvecklat bonus-malus-system att vätgas snabbare kommer in i diskussionen om miljövänlig transport.

Lokala, regionala och nationella politiska aspekter väger med andra ord tungt i projektet för att kunna flytta fram positionerna.

Hydrogen som energibærer

Vätgas/hydrogen/brint er en energibærer som langt på vei tilbyr de samme fordelene som tradisjonelt fossilt brensel men med potensielt et lavt karbonfotavtrykk [IEA]. Samtidig gjør hydrogen det mulig å integrere høye andeler av variabel, fornybar elektrisitet i energisystemet, Figur 1.



Figur 1: Hydrogen som energibærer – Fra kilde til anvendelse [BLUE MOVE WP2].

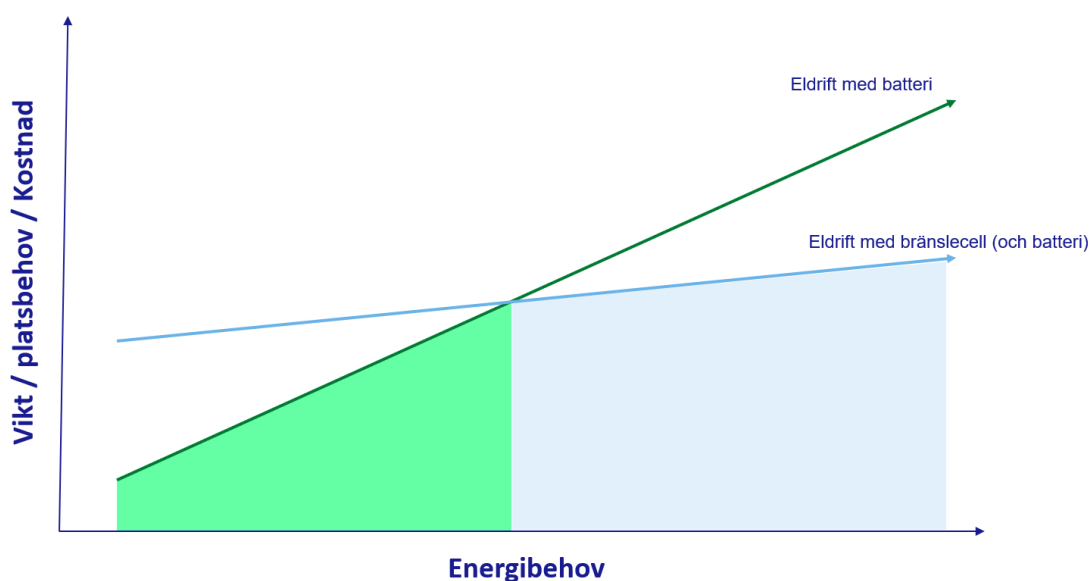
Med andre ord:



Den vanligaste teknislösningen i vätgasdrivna bilar är att ha ett batteri och en bränslecell som kompletterar varandra. Tillsammans utgör de en kombination som ger samma höga komfort och säkerhet som dagens konventionella bilar. Ytterligare en fördel med bränslecellsbilar är att de, liksom andra elfordon, är mycket tysta. Om trafiken i framtiden domineras av sådana här fordon skulle det ha en fantastisk inverkan på vår stadsmiljö, både med tanke på luftkvalitet och buller.

Hydrogen-elektriske biler som tankes like raskt som biler med fossilt drivstoff og har den samme rekkevidden som tradisjonelle biler (750 km (NEDC), 665 km (WLTP)) selges i dag til en gunstigere pris enn rene batteri-elektriske biler med tilsvarende rekkevidde. Videre har tankstasjonsteknologi vært tilgjengelig siden åpningen av den første fyllestasjonen for hydrogen på Island i 2003 og minst én leverandør av hydrogenstasjoner hevder at de også kan fremstille hydrogenet til en konkurransedyktig pris (til såkalt fossil-paritet) allerede i dag¹.

Hydrogenteknologi har med andre ord blitt et reelt alternativ innen transportsektoren, og jo høyere energibehovet blir, jo mer konkurransedyktig blir det hydrogen-elektriske alternativet i forhold til det batteri-elektriske, Figur 2 og Tabell 1.



Figur 2: Skjematisk fremstilling av el-drift med batteri-elektrisk løsning versus hydrogen/branslecelle-elektrisk løsning ved ulike energibehov [BLUE MOVE WP5-1].

Tabell 1: Energitetthet forbundet med batteri-elektriske og hydrogen-elektriske løsninger i dag og anslag for fremtiden [IFE]

År	Energitetthet, Wh/kg	Teknologi
<u>Batteri</u>		
2015	200	C / NMC pouch cell
2018	280	Si-C / HE-NMC pouch cell
2020	450	Si-C / Sulfur cell
2025	600	Metallic Lithium / Sulfur cell
2035	1 000	Metallic Lithium / Oxygen cell
<u>Hydrogen</u>		
2017	1 815	Trykksatt, 700 bar
2017	3 500	Flytende

¹ B. Simonsen, NEL Hydrogen, *Hydrogen reaching «fossil parity» in increasing number of markets*, youtu.be/Ssuspaxd9rl.

Hydrogen-elektriske løsninger er allerede på vei inn i tungtransporten. Videre jobbes det blant annet med hydrogen-elektriske løsninger for en rekke nyttekjøretøy, ferje, tog, fly.

Å reelt ta i bruk
hydrogen som energibærer
allerede i dag
er derfor blitt
et politisk spørsmål

Mange har fremstilt transformasjonen fra fossilt drivstoff til hydrogen som et **høna- eller-egget-problem** i betydningen av at de ikke klarer å fatte om bilene eller stasjonene skal komme først. På samme måte som egget beviselig er en eldre innretning enn høna må hydrogenstasjonene komme først!

Bygg
hydrogenstasjoner først
så kommer
kjøretøyene!

2 Syftet med rapporten

Rapporten om ramvilkår och strategier syftar till att ge kunskap om hur ansvariga myndigheter i de deltagande länderna kan planera angående villkor för vätgas som energibärare. Vi beskriver också olika affärsmodeller, finansieringsmöjligheter och förslag till styrmedel för vätgastankstationer. För att affärsmodeller ska bli framgångsrika krävs både att antalet fordon ökar, och att ramverk och styrmedel utformas på ett sätt som gagnar långsiktig utveckling och lönsamhet. Projektet och denna rapport visar även på skillnader i de skandinaviska länderna och regionerna.

Syftet med rapporten är också att utgöra ett underlag för vätgasstrategi i ÖKS-regionen. Underlaget ska både kunna användas i det gemensamma geografiska området samt nedbrutet till olika regioner och kommuner. I deras arbete med strategier måste kommuner och regioner överväga vilka ramvilkår och insatser på lokal, regional och nationell nivå är troliga dealbreakers och skapar förutsättningar för en faktisk marknadsutveckling. Vilka utmaningar kvarstår och hur kan de finna möjliga lösningar genom fortsatt arbete?

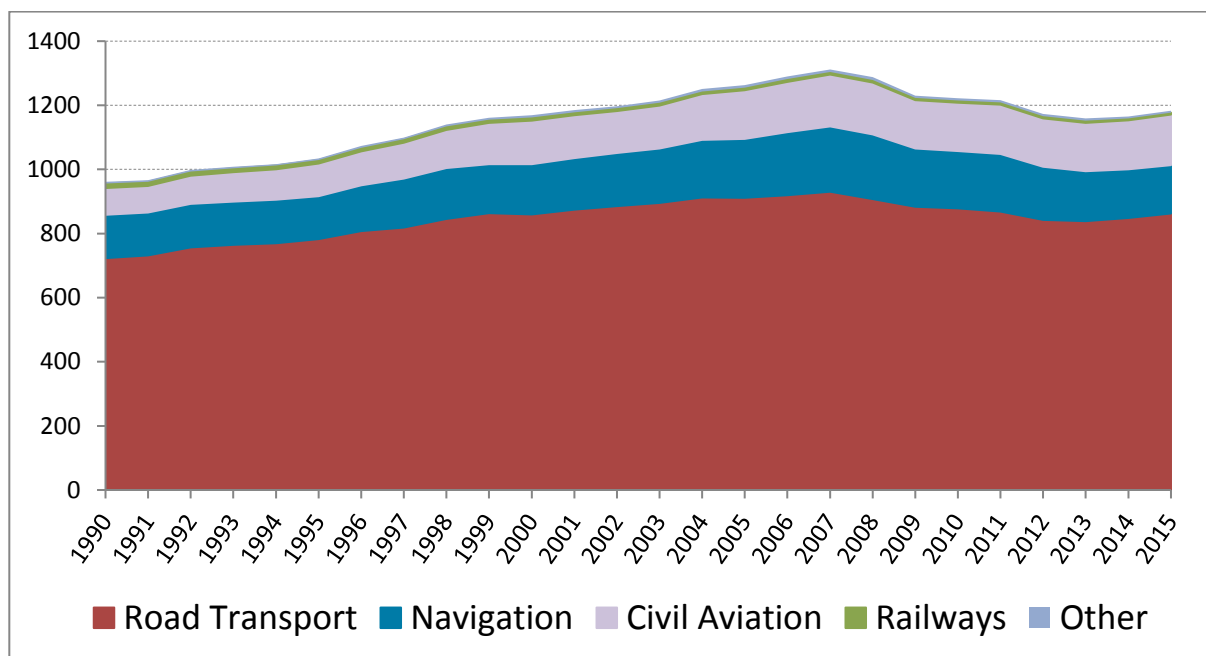
I rapporten finns nyckeltal, fallstudier och antaganden om hur antalet efterfrågan på vätgas och bränslecellsfordon varierar – allt för att skapa ett underlag för en viktig och faktabaserad diskussion kring möjligheterna för de aktörer som vill ta ett kraftfullt steg till en utsläppsfri transportsektor.

3 Rammevilkår på EU-nivå

På klimatoppmøtet i Paris (COP21) i desember 2015 vedtok 195 land den globale klimaavtalen. Regjeringene ble enige om et langsiktig mål om å holde den globale temperaturøkningen under 2 °C. I lys av Paris-avtalen, er målet om reduksjon av klimagassutslippene på 40 % sett som et minimum og kan økes tilsvarende. Målet for fornybar energi er bare juridisk bindende på EU-nivå og ikke for de enkelte medlemsstatene. Det samme gjelder for det indikative målet om å redusere energiforbruket med minst 27 % sammenlignet med den forventede bruken av energi. Den vil bli vurdert før 2020 med sikte på å øke den til 30 %. For å nå målene er man avhengig av at de enkelte land gjør tiltak som i sum gir det ønskede resultat.

Transportsektoren utgjorde 23 % av EUs klimagassutslipp i 2015 [EUROSTAT-1] og er en vesentlig kilde til miljø- og helseproblemer i byområder. Spesielt veitransport har ført til økende klima- og miljøutfordringer, og står for mer enn 70 % av utslippene fra sektoren, slik det framgår av Figur 3. Det krever derfor egnede politiske virkemidler som styrker mobiliteten med energieffektive og miljøvennlige transportmidler og fremmer innovative mobilitetsløsninger med alternative drivstoff.

Transportsektoren utgjorde 33 % av alle energibruk i EU i 2015 [EUROSTAT-2]. Det er en målsetting å redusere energibruken også i transportsektoren. Foruten å redusere antall biler er overgangen til fornybare og mer energieffektive drivstoff viktig. Batterielektriske biler er de mest energieffektive, men også hydrogenkjøretøy utnytter energien i drivstoffet mer effektivt enn biler med forbrenningsmotor. I tillegg til bedre energieffektivitet gir også fornybare drivstoff mulighet til lokal produksjon av drivstoffet, noe som vil redusere landenes behov for å importere fossile drivstoff. Også dette er et viktig argument for EU for å satse på fornybare drivstoff.



Figur 3: Klimagassutslipp fra ulike transportsegmenter i EU fram til 2015 i millioner tonn CO₂. Kilde: EU, 2017.

3.1 EU-direktivet Deployment of Alternative Fuels Infrastructure

Direktivet om distribusjon av infrastruktur for alternative drivstoff [DAFI] etablerer et felles rammeverk for utviklingen på dette området i EU. Målsettingen er å redusere avhengigheten av fossile drivstoff og miljøpåvirkningen fra transportsektoren. Direktivet fastsetter minimumskrav for utvikling av infrastruktur, inkludert lade-stasjoner for elbiler og fyllestasjoner for naturgass (CBG/CNG og LBG/LNG) og hydrogen. Tiltakene skal gjennomføres ved hjelp av medlemsstatens nasjonale strategier, felles tekniske spesifikasjoner for lade- og fyllestasjoner, samt krav til brukerinformasjon.

I følge direktivet skulle hver medlemsstat – synkronisert med nabostsene – vedta et nasjonalt politisk rammeverk for utvikling av markedet med hensyn til alternative drivstoff i transportsektoren og utbygging av relevant infrastruktur. Disse policy-dokumentene skulle inneholde en vurdering av nåværende status og fremtidig utvikling av markedet for alternative drivstoff i transportsektoren, nasjonale mål og målsetninger for infrastruktur for drivstoff, og hvilke insentiver og rammebetingelser som er nødvendig for å nå målene. Medlemsstatene hadde en frist til november 2016 på å levere policy-dokumentene. Generelt kan det sies at få land leverte innen fristen, og at kvaliteten på dokumentene som ble levert var svært variabel. Totalt var det 14 stater som leverte inn en nasjonal plan for utbygging av hydrogeninfrastruktur. Ifølge disse planene skal det bygges totalt 850 hydrogenstasjoner frem mot 2025.

3.1.1 Sveriges policy-dokument

Sverige får kritikk fra EU-kommisjonen for å ha levert et ufullstendig policy-dokument. I [DAFI-SUMMARY] som gir en kort oppsummering av alle innsendte policy-dokumenter heter det blant annet om det svenske:

”The Swedish National Policy Framework (NPF) addresses only very few of the requirements of the Directive. It contains neither future estimates for alternative fuels vehicles nor any targets for alternative fuels recharging or refuelling infrastructure. This violates a basic requirement of the Directive. It can pose a serious risk to cross-border continuity and a functioning internal market for alternative fuels vehicles. The lack of clear targets for future electric vehicle market deployment jeopardises the assessment and may represent an obstacle to policy efforts towards electro-mobility.”

Efter kommissionens kritik meddelade den svenska regeringen att man trots allt ansåg att rapporten var tillräcklig och att man inte hade för avsikt att komplettera den. Detta föranledde en viss kritik från aktörer engagerade inom transportsektorns omställning generellt och vätgassektorn specifikt. EU-kommissionen har efter det hållit ett möte med Näringsdepartementet för att förstå varför Sverige, som anses som ett föregångsland inom arbetet med att sänka emissioner i trafiken, vägrar att ta fram planer för alternativa drivmedel. Resultatet blev att man ska förse kommissionen med trafikanalyser och prognoser för hur olika alternativa drivmedel kommer att öka i andel. Det återstår att se om kommissionen nöjer sig med detta underlag som svar.

3.1.2 Danmarks policy-dokument

Om det danske policy-dokumentet heter det i [DAFI-SUMMARY] blant annet:

”The Danish National Policy Framework (NPF) addresses most of the requirements of the Directive. It estimates that the share of electric vehicles will remain below 1% until 2020. The prospects of shore-side electricity supply in Danish maritime ports are not good. The only policy measure mentioned in the NPF is tax relief for electricity.”

”At present, Denmark foresees insignificant market uptake for hydrogen vehicles before 2025. The support measures defined in the Danish NPF are unlikely to have a high impact on removing market barriers. The NPF does not provide any information on stakeholder engagement and cooperation with other Member States.”

3.1.3 Norges policy-dokument

Norge har ikke levert et policy-dokument da man ikke har vært forpliktet til det under EØS-avtalen. I februar 2018 ble det imidlertid vedtatt i EØS-komiteen at direktivet også skal gjelde EØS-land som ikke har reservert seg. Dermed må også Norge levere et slikt policy-dokument, og arbeidet med det er nå igangsatt av Samferdselsdepartementet. Blant annet er det gjennomført innspillmøte der aktører fra bransjen ble invitert til å komme med sine innspill til arbeidet med planen. *Nasjonal plan om infrastruktur for alternative drivstoff i transport* skal legges fram for Stortinget i løpet av 2018.

3.2 Nasjonal og EU-støtte til utbygging av infrastruktur

EU:s statsstødsregler setter begrensninger for hur investeringar av privata aktörer får stödjas. Det offentliga får ge stöd på energi- och miljöområdet. Dessa stöd måste godkännas av EU-kommissionen i förhand. Då Norge tillhör det europeiska ekonomiska samarbetsområdet måste statsstöd godkännas på samma vis som för ett EU-land. EU ska ta fram nya riktlinjer för stöd på energi- och miljöområdet efter 2020.

EU

EU har ulike programmer for å støtte utbygging av infrastruktur. **INEA** (etterfølgeren etter TEN-T EA) er en europeisk strategisk satsing på gjennomføring og utvikling av et europeisk nettverk av veier, jernbanelinjer, indre vannveier, sjøfartsruter, havner, flyplasser og jernbaneterminaler. Satsingen er fokusert på noen sentrale transportkorridorer, og målet er blant annet å bygge ut infrastruktur langs disse som muliggjør transport med alternative drivstoff. Connecting Europe Facility (**CEF**) er et EU-program for å realisere grenseoverskridende infrastrukturer innenfor transport-, energi- og telesektorene i Europa. Gjennom CEF bevilges det støtte til utbygging av grenseoverskridende infrastruktur i EU. Norge deltar kun i delprogrammet for telesektoren, og kan ikke få støtte til utbygging av infrastruktur for transport.

Sverige

Till år 2020 ska åtta vätgastankstationer byggas, minst 100 elbilar med bränsleceller köpas och en elektrolysör som producerar vätgas byggas i Sverige inom det EU-finansierade projektet **Nordic Hydrogen Corridor** (NHC). Nu pågår urvalet av kommuner som vill ha en station till sin ort. Projektet pågår till och med 2020. Partners

i projektet är Vätgas Sverige, AGA, Hyundai och Toyota. Projektet har en budget på 187 miljoner SEK och delfinansieras av EU:s fond för ett sammanlänkat Europa (CEF).

Klimatklivet är det mest omfattande nu pågående statliga programmet för investeringar i lokala och regionala klimatpåverkande åtgärder. Eftersom Klimatklivet stöttar åtgärder med högsta direkta koldioxidpåverkan per krona har inga vätgasinitiativ fått stöd denna väg. Mer om detta i Kapitel 4.1.

Danmark

Det er for tiden ingen spesifikke støtteprogram for hydrogen i Danmark. Det bevilges støtte gjennom energiproduktutviklings- og demonstrasjonsprogrammet, **EUDP**, til prosjekter som viderefører den danske ambisjonen om å gå til et lav- eller nullutslippssamfunn. Våren 2018 ble programmet åpnet for søknader fra prosjekter til omtrent 60 millioner EUR. Hydrogen er nevnt uten å være spesielt fokusert i programmet. Tematisk favner det bredt, det gis også støtte til mer miljøvennlige måter å utvinne olje og gass på. Det har tidligere vært bevilget støtte til hydrogenprosjekter som en del av **den nasjonale strategien for overgang til lavutslippssamfunn**, og i 2013 ble det etablert et særskilt program for hydrogen der hovedsakelig prosjekter for å introdusere hydrogen i strømmettet fikk støtte.

Norge

I Norge er det først og fremst **Enova** som gir offentlig støtte til utbygging av infrastruktur for alternative drivstoff. I tillegg har noen **fylkeskommuner og kommuner egne programmer** for å støtte utbygging og til dels også drift av infrastruktur. Når det gjelder Enovas programmer opererer de normalt med en støttesats på inntil 40 % av merkostnad for store bedrifter og inntil 50 % for små og mellomstore bedrifter. Disse vilkårene gjelder for eksempel i programmet for støtte til utbygging av hydrogeninfrastruktur.

4 Rammevilkår, strategier og handlingsplaner på nasjonalt nivå

De skandinaviske landene benytter ulike insentiver for å fremme bruk av utslippsfrie kjøretøy. I Interreg Baltic Sea Flagship prosjektet Scandria2Act, er det gjort en sammenligning av insentivbruken i de fem landene i den nordre delen av Scandria-korridoren [Scandria2Act]. Som det fremgår av Tabell 2 nedenfor, har Norge langt mer omfattende insentiver enn Sverige og Danmark. I dette kapitlet redegjøres det nærmere for de ulike insentivene som er i bruk.

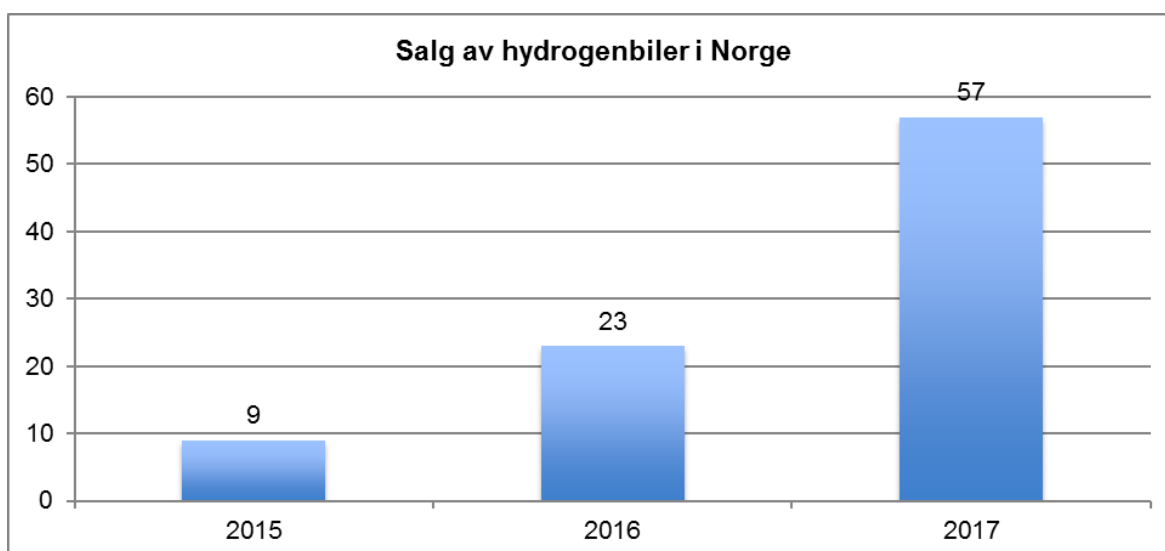
Tabell 2: Insentiver benyttet i Norge, Sverige, Danmark, Finland og Tyskland. Kilde: [Scandria2Act]

Country	Purchase Subsidy	Registration Tax Benefit	Ownership Tax Benefit	Company Tax Benefit	VAT Benefit	Other Financial Benefit	Local Incentives	Infrastructure Incentives
Germany	✓		✓	✓			✓	
Denmark	✓	✓					✓	✓
Sweden	✓		✓	✓				✓
Norway		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Finland		✓	✓					

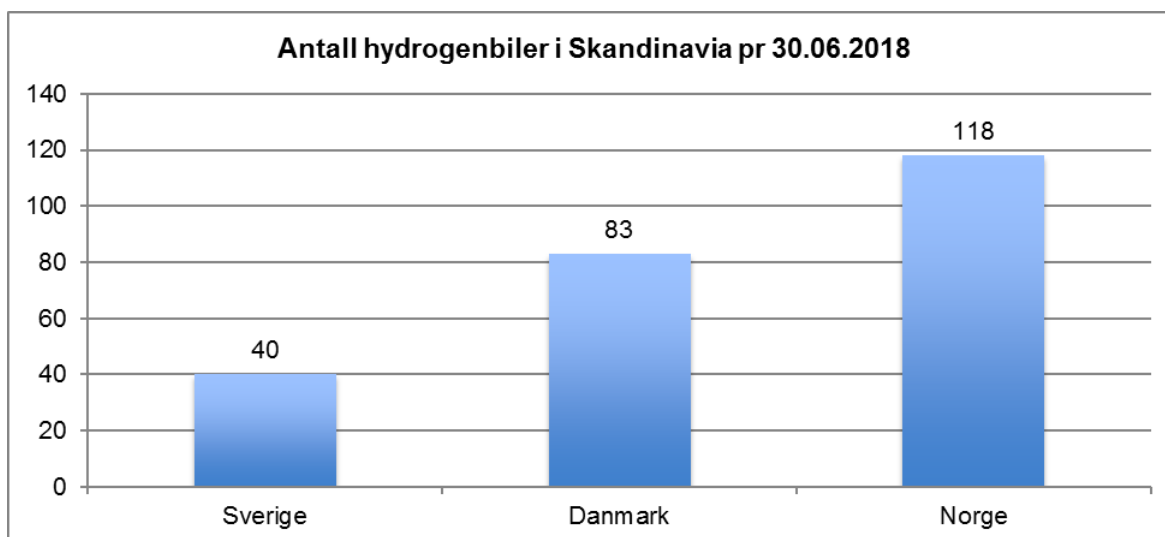
Bruken av insentiver er avgjørende for salg av biler. Spesielt gjelder det i en tidlig fase av utviklingen, inntil kostnadene på kjøretøy og infrastruktur blir konkurransedyktig med bensin og diesel. Det har de siste årene vist seg for batterielektriske biler, der Norge er i en særklasse globalt når det gjelder elbilenes andel av nyregistrerte biler. Første halvår 2018 utgjorde nullutslippsbilene ca. 30 % av totalt antall nyregistrerte personbiler i Norge. Dette er langt mer enn noe annet europeisk land, og den viktigste årsaken er de gode insentivene.

Insentiver er også viktige for salg av hydrogenbiler. Trenden også på dette området mer positiv i Norge enn i de to nabolandene. Salget av hydrogenbiler i Norge har mer enn doblet seg hvert år de siste tre årene, slik det framgår av Figur 4. Denne utviklingen er lik den vi så for batterielektriske biler i Norge i den tidlige fasen, der antallet også ble doblet for hvert år. Når nye modeller ble introdusert i markedet skjøt salget fart. I Sverige øker salget noe langsommere, mens det i Danmark har vært svært lite salg av hydrogenbiler etter at de første stasjonene ble etablert i prosjekter med offentlig støtte, der det også ble finansiert noen kjøretøy.

Figur 5 viser det totale antall hydrogenbiler i de tre skandinaviske landene pr. utgangen av juni 2018.



Figur 4: Salg av hydrogenbiler i Norge 2015 – 2017. Kilde: Norsk Hydrogenforum² og Interreg Green Drive Region³.



Figur 5: Antall hydrogenbiler i de skandinaviske landene pr. 30.06.2018. Kilde: Vätgas Sverige, www.brintbiler.dk, Norsk Hydrogenforum og Interreg Green Drive Region.

4.1 Sverige

Fordon

Sverige har **inköpsbidrag och skatteförmåner** för FCEV:s som i stort sett exakt samma som för BEV:s. Det ekonomiskt sett mest omfattande är att bonus-malussystemet för beskattning av nya lätta fordon (personbilar, lätta lastbilar,

² Norsk Hydrogenforum, www.hydrogen.no.

³ Green Drive Region, Interreg Sverige-Norge, greendriveregion.com.

minibussar och pickupbilar) som från 1 juli 2018 ersätter den supermiljöbilspremie på 40 000 SEK och fem års undantag från vägskatt som tidigare gällt.

Samtliga FCEV:s och BEV:s räknas som nollutsläppsbilar och får i det nya systemet den högsta bonusen, på 60 000 SEK som utbetalas efter inköpet. PHEV med utsläpp under 60 g CO₂/km får en lägre bonus i spannet 10 000 - 60 000 SEK baserad på utsläppsnivåer, och bilar avsedda för fordonsgas (CNG) får en premie på 10 000 SEK. Fordon med utsläpp mellan 61-95 g CO₂/km är i en neutral zon, medan de fordon som har utsläpp över 95 g CO₂/km får en förhöjd skatten de första tre åren.

För **förmånsbilar** i form av personbilar som erbjuds anställda som en del av lönepaketet reduceras skatteplikten till 60 % av närmaste jämförbara konventionella bil, där jämförelseobjektet spelar stor roll för de FCEV:s som saknar direkt fossildriven motsvarighet. Den högsta reduktionen är 10 000 SEK (ca 1 100 €) per år och förmånen gäller i nuläget fram till år 2020.

Elbusspremien är en annan satsning där det finns 100 miljoner SEK per år till 2023 till stöd för att köpa in elbussar. Från och med februari 2018 inkluderas bränslecellsbusar i definitionen av elbussar. Stödet är 20 % av bussens inköpspris, dock max 100 % av prisskillnaden mot en jämförbar buss med förbränningsmotor.

Drivmedel

Fossila bränslen belastas med **koldioxid och energiskatt** i Sverige medan alla biodrivmedel som uppfyller EU:s hållbarhetskriterier i enlighet med direktiv 2009/28/EG har reducerad beskattning. Enligt svensk lag är el till elektrolysförställda produkter, inkluderat vätgas, skattebefriad.

Infrastruktur

Klimatklivet är det mest omfattande nu pågående statliga programmet för investeringar i lokala och regionala klimatpåverkande åtgärder. Det infördes 2015 med en initial budget på 1,9 miljarder SEK (ca 200 miljoner EUR), som ska fördelas från 2015 till 2018, och beslut enligt regeringens därpå kommande statsbudgetar om att förlänga och utöka stödet. Eftersom riksdagen varje år beslutar om budgeten för det kommande året, så är det dock inte att betrakta som slutgiltigt.

Eftersom Klimatklivet stöttar åtgärder med högsta direkta koldioxidpåverkan per krona har inga FCEV-initiativ fått stöd denna väg. Mariestads kommun ansökte under 2016 om medel för en elektrolysör för lokal framställning av vätgas vid deras då kommande vätgastankstation. Eftersom projektet inte fick använda förnybar elmix vid beräkning av utsläppsminskning blev projektet inte prioriterat. Klimatklivet har däremot finansierat många laddstationer för elbilar och flera biogasproduktionsanläggningar. Sammantaget gör detta vätgas mindre konkurrenskraftiga relativt andra förnybara drivmedel och eldrift.

Med den statliga satsningen **industriklivet** fokuserar regeringen på några tyngre industriella klimatsatsningar som anses behöva särskilt statligt långsiktigt stöd. Inom dessa ramar arbetar de statligt ägda bolagen SSAB, LKAB och Vattenfall inom HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology) för att utveckla fossilfritt stål. För detta kommer vätgas att användas istället för kol, vilket eliminerar koldioxidutsläppen. Två elektrolysörer för vätgasproduktion ska etableras i Luleå för pilotprojektet, med ett beräknat behov av drygt 100 elektrolysörer för fullskalig drift, vilket skulle kräva cirka 360 ton vätgas per dag. Lagring av vätgas är således en nödvändig del av projektet, med

en uppskattad volym mellan 20 000 och 100 000 m³ vid 200 bar tryck. Som synes är satsningen relativt preciserad inom ståldelen, men det finns inget angivet om huruvida FCEV:s kan dra nytta av investeringen.

De flesta FCEV:s och alla nuvarande fyra vätefyllningsstationer (Stockholm Arlanda, Göteborg, Mariestad och Sandviken) har fått stöd av **EU-finansiering**, vilket också gäller för de åtta vätgastankstationerna som planeras byggas längs huvudvägarna i södra Sverige som kopplar ihop de skandinaviska huvudstäderna Köpenhamn, Oslo och Stockholm.

På **kommunal nivå** är självbestämmandet generellt sett stort i Sverige, men det finns en rad begränsningar just inom fordonssektorn jämfört med andra länder. Kommuner har exempelvis inte rätt att differentiera parkeringsavgifter eller reservera parkeringsplatser utifrån miljöegenskaper, och de kommuner (i nuläget Stockholm och Göteborg) som har trängselskatter har inte rätt att undanta vissa fordon från skatten eftersom skatter i Sverige per definition är nationella. Kommuner kan inte heller ställa krav på taxinäringen, men kan genom de miljökrav de ställer i sin upphandling av färdtjänst, skolskjuts och andra offentligt upphandlade transporttjänster starkt påverka taxinäringen i alla fall eftersom offentliga körningar står för en betydande del av deras intäkter. Många kommuner har på detta sätt stimulerat användningen av biodrivmedel och i viss mån eldrift, däremot ännu inte vätgasdrift.

Kommunerna kan också sedan mer än ett decennium införa **miljözoner för tunga fordon**, vilket Stockholm, Göteborg, Malmö, Mölndal, Uppsala, Helsingborg, Lund och Umeå gjort. Ett lagstiftningsförslag utvecklas för **miljözoner för personbilar och lätta fordon**, som träder i kraft år 2020, med en planerad skärpning för dieslbilar år 2022. Den innersta, mest restriktiva zonen kommer enligt regeringens förslag, som ännu ej behandlats av riksdagen, att reserveras för fordon med nollutsläpp (BEV och FCEV) och bilar för fordonsgas som uppfyller den senaste Euro-avgaslagstiftningen. Liksom för tunga fordon, införs zonerna av de kommuner som så önskar och för de områden som önskas, med ett enkelt lokalpolitiskt beslut. Trots att slutbestämmelserna ännu inte har beslutats har Stockholm redan beslutat att införa zonen för personbilar när det är lagligt att göra det.

Den offentligt finansierade **kollektivtrafiken** organiseras huvudsakligen regionalt och kommunalt, vanligen i förvaltningsform. 2030-sekretariatets indikatorer visar att denna trafik i allt väsentligt nu sker på förnybara drivmedel inklusive el, men att vätgas för närvarande inte används.

4.2 Danmark

Övergripande finns ett starkt engagemang för vätgas som fordonsbränsle från såväl statliga som privata aktörer, eftersom vätgas kan produceras med **förnybar energi** (biogas eller elektrolys), vilket kan bidra till att göra danska transporter mindre beroende av fossil energi. Danmark har en omfattande biogasproduktion som knappast alls används i fordonssektorn, och har till tider regional överskott av förnybar el från framför allt vindkraft, vilket i båda fallen kan användas för att omvandlas och lagras som vätgas.

Fordon

Utvecklingen av den danska personbilsmarknaden har varit starkt präglad av den mycket höga **registreringsskatt** som landet har. Gemom att koppla den till “kilometre per liter”, har små bilar med låg förbrukning stimulerats, och undantag för elbilar ledde till en stark framväxt av **BEV:s**. När undantaget slopades, minskade denna marknad nästan över en natt med uppemot 90 %, och därefter har reglerna reviderats. I ett avtal om minskning av registreringsavgifter för nya bilar som slöts i september 2017, slås fast att registreringsskatten generellt ska sänkas, och att den stegvis ska fasas in för BEV:s, med 20 % av nivån för fossilbilar i slutet av 2018 eller när 5 000 bilar har sålts, beroende på vilket som kommer först. Därefter ska nivån höjas till 40 %.

FCEV:s är tills vidare helt undantagna från registreringsskatten, vilket är en stor ekonomisk fördel eftersom skatten även efter sänkningen uppgår till 85-150 % av bilens värde. Trots stimulansen hade endast 83 FCEV-personbilar och två FCEV-lastbilar registrerats i hela Danmark till början av 2018.

Infrastruktur

Med tio tankställen för vätgas har Danmark för närvarande ett av världens tätaste nätverk, Figur 6. Det finansierades till 50 % av offentliga program, främst 10 miljoner DKK öronmärkta för vätgas inom infrastrukturturpuljen under **Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet**, perioden 2013-2015. Till resterande del finansierades satsningen av företag som producerar vätgas.

Därutöver finns flera incitament att främja och utveckla vätgas, inklusive installationer för vätgasproduktion, elektrolys, lagring, tankning etc. I början av 2018 införde staten ett bidrag på 10 miljoner DKK för att delfinansiera både FCEV:s med 50 % och lagring av energi, etc.

I februari 2017 presenterade danska **Transport- og Bygningsministeriet** ”National politikramme for implementering af AFI-direktivet”⁴. Dokumentet avvisar uttryckligen en satsning på vätgas i transportsektorn i närtid, av kostnadsskäl; *”Der er en lille flåde af brintbiler i Danmark. Der er også et begrænset antal tankanlæg til brint, der dog er meget veludbygget i forhold til antallet af biler. Disse brintbiler er primært anskaffet gennem offentlige indkøb og udbud. Omkostningerne til brintbiler og infrastruktur til tankning af brintbiler er i dag højere end omkostningerne til de øvrige alternative drivmidler. Da omkostninger ikke vurderes at kunne bringes ned i et rimeligt leje inden 2025, indgår brint på nuværende tidspunkt ikke i regeringens politik om tilgængelighed til alternative drivmidler.”*

I oktober 2017 lade danska regeringen fram **Lov om infrastruktur for alternative drivmidler**⁵ som bland anna anger att befintliga tankstationer för vätgas uppfyller alternativbränsledirektivets formella krav, och aviserar bara en fortsatt utbyggnad ”i takt med marknaden”, utan några konkreta ambitioner eller budgetanslag. EU-kommissionen anger i sin bedömning av hur Danmark svarar upp mot direktivet att *”At present, Denmark foresees insignificant market uptake for hydrogen vehicles before 2025. The support measures defined in the Danish NPF are unlikely to have a high*

⁴ <https://www.biogas2020.se/wp-content/uploads/2017/03/national-politikramme-for-implementering-af-afidirektivet.pdf>

⁵ http://www.folketingstidende.dk/RIpdf/samling/20171/lovforslag/L27/20171_L27_som_fremsat.pdf

impact on removing market barriers. The NPF does not provide any information on stakeholder engagement and cooperation with other Member States.” Danmark är också, liksom Sverige, ett av de länder som EU-kommissionen anmodat att komplettera sin rapportering⁶.



Figur 6: Tankställen för alternativa drivmedel i Danmark. Källa: Danska Transport- og Bygningsministeriet.

⁶ Altinget: EU-Kommissionen truer Danmark med retssag, <https://www.altinget.dk/energi/artikel/eu-kommissionen-truer-danmark-med-retssag-i-har-for-faa-ladere-til-el-biler>

4.3 Norge

Kjøretøy

Norge har en **utstrakt bruk av insentiver** for å fremme utslippsfrie kjøretøy. Faktaboksen viser hvilke insentiver som er iverksatt og året de trådte i kraft.

Det er tverrpolitisk enighet om disse tiltakene. Det har også vært enighet om at insentivene skal være langsiktige og forutsigbare. Det har hatt stor betydning for den effekten de har hatt. Hydrogenbiler vil beholde fordeler tilsvarende for elbiler inntil 2025 eller det er registrert 50 000 hydrogenbiler.

For batterielektriske biler var det opprinnelig besluttet at insentivene skulle gjelde fram til 50 000 biler. De ble imidlertid forlenget utover dette. Nå har antall elbiler på veiene blitt så stort at man starter å redusere insentivbruken. Blant annet

bestemmer nå kommunene selv om batterielektriske biler får parkere gratis. Det vil også bli innført bomavgift for elbiler på enkelte strekninger. Politikerne er imidlertid fortsatt tydelige på at utslippsfrie biler skal ha lavere takster enn biler med forbrenningsmotor. Det skal fortsatt koste mer å forurense. Det er derfor vedtatt i Stortinget at det ikke skal koste mer enn 50 % av vanlig bompengetakst for elbil, og at kommunene ikke skal kunne ta mer enn halv takst for parkering av utslippsfrie biler.

I denne endringsprosessen ble det også åpnet for **miljø- og tidsdifferensierte bompenger** og etablering av lavutslippssoner som bestemmes og forskriftsfestes i kommuner med nasjonal godkjenning. Sammen med dieselforbud gir dette kommunene mulighet til å minske trafikken og vri trafikken over til nullutslippsbiler. I tillegg arbeides det som nevnt på departementsnivå med en nasjonal plan for infrastruktur for alternative drivstoff, som også vil inneholde planer for hydrogeninfrastrukturen i Norge fremover.

Insentiver for å redusere kjøpskostnader og årlige kostnader

Den norske transportsektoren er tungt beskattet, og et **unntak fra avgifter** kan ha stor økonomisk verdi. Førstegangsregistrerings- eller importavgiften er basert på utslipp og vekt. For Volkswagen Golf, en av de mest populære bilene i Norge, utgjør skattene mellom 52 000-78 000 NOK. Merverdiavgift er beregnet som 25 % av salgspris minus registreringsavgift. Fritaket fra de to avgiftene gjør prisen for batteri- og hydrogenbiler i mange tilfeller sammenlignbar med den for fossile biler. Den elektriske utgaven er for eksempel en av de billigste variantene av Golf i Norge. For CBG-/CNG-biler er det ingen slike insentiver i bruk.

Norske insentiver for utslippsfri transport (Året de ble innført angitt i parentes)

- Ingen engangsavgift for kjøp / import (1990)
- Fritak fra 25 % MVA ved kjøp (2001)
- Lav årlig veiavgift (1996)
- Ingen avgifter på bomveier eller ferger (1997 og 2009) *
- Gratis kommunal parkering (1999) *
- Adgang til å kjøre i kollektivfelt (2005) *
- 50% redusert firmabilskatt (2000)
- Fritak fra 25% MVA på leasing (2015)
- Fritak fra el-avgift for hydrogenproduksjon (2016)

*) Disse insentivene strammes nå gradvis inn på grunn av det store antallet elbiler.

Den årlige veiavgiften gjelder for privatbiler med tre forskjellige priskategorier. For 2017 var prisene 3 290 NOK for dieserbiler, 2 820 NOK for bensinbiler og 455 NOK for nullutslippsbiler.

Enova introduserte i mars 2017 et program for støtte til anskaffelse av hydrogenbiler til næringsbruk. Programmet gir finansiering av opptil 50 % av tilleggskostnader for flåter av personbiler og lette kjøretøyer. Så langt er det imidlertid ikke gitt støtte til noen slike anskaffelser, og det kan stilles spørsmål om programmet er godt nok for næringslivet. Enova kan også gi støtte til prosjekter som demonstrerer elektriske og hydrogen-drevne tunge kjøretøy og busser.

Insentiver for å redusere brukskostnader og tidsbesparelse

Utslippsfrie biler betaler ikke avgifter på bomveier eller på ferger. **Bomveier** kan være kostbare, spesielt i Oslo-området og andre større byområder. Kostnadsbesparelsen kan gjerne være 10 000 NOK og mer pr. år for pendlere. For **ferger** er dette aktuelt i flere av distriktsområdene, og verdien for dette tilskuddet kan også være høy. **Gratis parkering** er en annen fordel som kan redusere kostnadene til bilhold betydelig, særlig i byområder. Dette gjelder kun for kommunale parkeringsplasser. **Tilgang til kollektivfelt** er en fordel som gjør at man kan spare tid på å kjøre til og fra jobb i rushtiden. Dette er av høy verdi til brukere i regioner med tung trafikkstopp. Som det går frem av faktaboksen er noen av disse insentivene i ferd med å strammes inn for elbiler. Det er en fare for at dette også vil gjelde hydrogenbiler, og det arbeides fra ulike organisasjoner for at hydrogenbilene skal kunne beholde også disse insentivene lenger.

Infrastruktur

Insentiver for å utvikle ladeinfrastrukturen har også vært omfattende. Enova har finansiert infrastruktur i byer og på hovedveiene mellom de større byene. I 2015 og 2016 var det fire ulike tiltak for støtte til utvikling av en grunnleggende ladeinfrastruktur. Finansiering ble gitt som anbud, basert på transportkorridorer prioritert i Nasjonal transportplan. Finansieringen har vanligvis vært opptil 50 % av kostnaden. Ettersom antallet elbiler har økt har den offentlige støtten til etablering av ladestasjoner blitt redusert, og det er den seneste tiden kun gitt støtte til etablering av ladestasjoner i områder med lav befolkningstetthet.

Det er flere **støtteordninger for infrastruktur på regionalt og lokalt nivå**. Fylkene og kommunene har støttet bygging av ladestasjoner og hurtigladere, særlig de som ligger i offentlige bygninger, ved idrettsarenaer og på andre offentlige steder.

Enova har bidratt med finansiering til de fleste fyllestasjoner for hydrogen som er tilgjengelig i Norge. Fra 2017 gir Enova gjennom et eget program støtte til bygging av hydrogenstasjoner som oppfyller visse krav til blant annet kapasitet. **Regjeringens mål** er å bruke insentiver til å etablere en infrastruktur som er tilstrekkelig inntil markedet er kommersielt levedyktig.

Fritak for el-avgift ved elektrolyse i Norge

I Norge er det **fritak for el-avgift eller redusert sats** ved bruk av strøm til hydrogenproduksjon gjennom elektrolyse. Dette gjelder også elektrolyse av hydrogen på hydrogenstasjoner eller sentralt for bruk som drivstoff i transport. Dette gir et avgiftsfritak på nesten 17 øre/kWh og er et avgjørende virkemiddel for produksjon av hydrogen fra elektrolyse til transportsektoren, slik at den kan bli konkurransedyktig med fossile drivstoff.

Nasjonal transportplan setter ambisiøse mål

Regjeringen la i april 2017 fram **Nasjonal Transportplan 2018-2029**. Dette er en plan for hvordan man de neste tolv årene skal arbeide i retning av det overordnede og langsiktige målet i transportpolitikken. På området klima og miljø skal planen sørge for at transportsektoren tar en stor nok andel av utslippskuttene til at Norge oppfyller Parisavtalen og Norges klimamål i 2030. Faktaboksen angir noen av de målene som Regjeringen har etablert.

Nasjonale mål for fossilfri og utslippsfri transport

(Kilde: Nasjonal transportplan)

- Det legges til grunn følgende måltall for nullutslippskjøretøy i 2025:
 - Nye personbiler og lette varebiler skal være nullutslippskjøretøy.
 - Nye bybusser skal være nullutslippskjøretøy eller bruke biogass.
- Innen 2030 skal nye tyngre varebiler, 75 % av nye langdistansebusser og 50 % av nye lastebiler være nullutslippskjøretøy.
- Innen 2030 skal varedistribusjonen i de største bysentra tilnærmet være nullutslipp.
- Legge til rette for at det alltid skal lønne seg å velge nullutslipp ved kjøp av bil.
- Støtte opp under fylkeskommunenes mulighet til å tilby klimavennlige kollektivtilbud.
- Sikre at alle nye riksveiferjer benytter lav- eller nullutslippsløsninger, og bidra til at fylkeskommunale ferjer og hurtigbåter benytter lav- og nullutslippsløsninger.
- Legge til grunn nullutslippsløsninger i alle fremtidige offentlige materiellanskaffelser i jernbanen. Ved kjøp av nytt rullende materiell skal dette skje i den grad teknologiutviklingen tillater det.
- Utarbeide en handlingsplan for fossilfrie bygge-/anleggsplasser innen transportsektoren.
- At persontransportveksten i byområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange.
- Bidra til å redusere klimagassutslippene fra godstransport ved å stimulere til å ta i bruk miljøvennlig transportmiddelteknologi, alternative drivstoff og effektivisere transport og logistikk. Det legges stor vekt på å stimulere til et taktskifte for hurtigere innføring av ny teknologi.

Flere av disse målsettingene innebærer at det fortsatt må brukes omfattende statlige insentiver for at endringen skal kunne skje raskt nok. Sammen med **Nasjonal plan for alternative drivstoff** vil Nasjonal transportplan definere Norges målsetninger for hydrogen i transport sektoren.

5 Rammevilkår, strategier og handlingsplaner på regionalt og lokalt nivå

Erfaringsmessig er de internasjonale og nasjonale rammevilkårene svært viktige for utviklingen av hydrogen til transport på regionalt og lokalt nivå. Men det finnes også eksempler på at deler av et land ønsker å utvikle seg raskere enn det de overordnede strategier og virkemidler legger opp til, og som følge av dette innfører egne strategier, handlingsplaner og tiltak for å oppnå et høyere tempo.

Strategier, handlingsplaner og tiltak henger sammen. Man kan derfor tenke seg et hierarki der strategier gir mål og føringer for utvikling av handlingsplaner, der handlingsplanen beskriver hvordan strategiens mål skal oppnås i praksis. Handlingsplanene er i sin tur gjerne bygget opp med et sett av konkrete tiltak og/eller virkemidler⁷. En illustrasjon av dette hierarkiet er gitt i Figur 7.

I praksis er ofte tidshorisonten for de ulike elementene også forskjellige. Strategier er gjerne langsiktige med horisont fem til ti år frem i tid. Handlingsplanene og tiltak er gjerne kortere og beskriver to til tre års perspektiv. De er dermed også mer virkelighetsnære og konkrete da teknologien endrer seg raskt og det er vanskelig å forutsi hvordan man skal nå strategiens mål langt frem i tid. Dette er en generalisering, og det finnes eksempler der også tiltak/virkemidler er langsiktige (for eksempel fritak for avgifter på hydrogenbiler inntil 2025 eller 50 000 biler på veien, slik det er i Norge).



Figur 7: Sammenheng mellom strategier, handlingsplaner og tiltak/virkemidler.

Dette kapitlet beskriver eksempler på relevante strategier, handlingsplaner og tiltak egnet for å fremme bruk av hydrogen i transportsektoren i ØKS-regionen. Listen er på ingen måte uttømmende, men viser noe av det gode arbeidet som skjer lokalt og regionalt. Nivået og ambisjonene varierer betraktelig fra sted til sted. Det er derfor

⁷ Den prinsipielle forskjellen mellom tiltak og virkemidler er hvorvidt aktiviteten direkte bidrar til måloppnåelse eller kun er et verktøy for å få utløst et tiltak som igjen bidrar til måloppnåelse. Typisk vil virkemidler være verktøy for kommuner eller fylkeskommuner for å få andre aktører (innbyggere og/eller næringsaktører) til å utføre tiltak selv. For enkelthets skyld omtales alt som tiltak i dette kapitlet.

viktig å ikke betrakte eksemplene som representative for ØKS-regionen som helhet. Isteden er de inkludert til inspirasjon og kunnskapsdeling slik at beste praksis fra regionen kan komme ØKS-regionen og andre regioner til nytte.

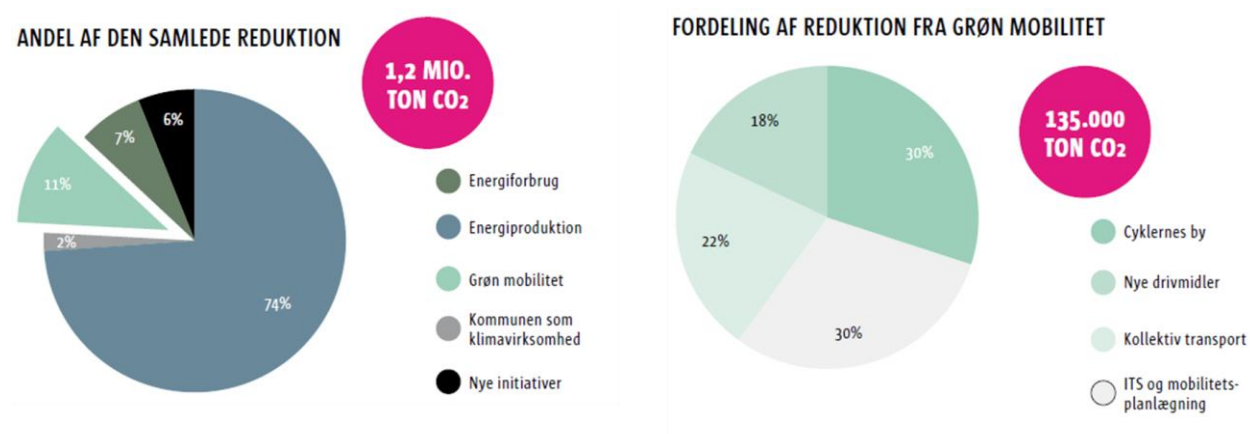
5.1 Strategier

Stadig flere byer og regioner har nå utviklet sine egne strategier der innfasing av hydrogen til transport vil kunne bidra til måloppnåelse. Det er ulike tilnærminger til strategiske målformuleringer blant eksemplene, og strategiene i seg selv spenner bredt. Grunnet prinsippet om teknologinøytralitet er de fleste uttrykt i form av nullutslipps-teknologier, i stedet for å konkretisere opp mot batteri-elektrisk og hydrogen-elektrisk spesielt (i det følgende vil “hydrogen-elektrisk” kun bli omtalt som “hydrogen”). Noen av strategiene nevner imidlertid hydrogen eksplisitt på overordnet klima- og energinivå, og det finnes også eksempler på rene hydrogenstrategier.

5.1.1 CO₂-nøytral hovedstad – København kommune

København har mål om å være verdens første CO₂-nøytrale hovedstad og legger vekt på å kombinere vekst, utvikling og økt livskvalitet med CO₂-reduksjoner. Kommunens strategi ble utformet i 2012 og heter KBH 2025 Klimaplanen [KØBENHAVN-1]. Klimaplanen er helhetlig og samler konkrete mål innenfor fire områder: energiforbruk, energiproduksjon, transport og Københavns Kommune som klimavirksomhet.

Utslippsreduksjon fra transport utgjør anslagsvis 11 % av den samlede reduksjonen. Dette skal oppnås gjennom økt satsing på sykling, nye drivstoffteknologier, styrket kollektivtransport samt innføring av intelligente transportsystemer (ITS) og mobilitetsplanlegging, se Figur 8.



Figur 8: Rollen til grønn mobilitet i Københavns samlede utslippsreduksjoner frem mot 2025 [KØBENHAVN-1].

Innen nye drivmidler omtales hydrogen eksplisitt, der København legger opp til å være med å utvikle og demonstrere teknologien, sikre tilstrekkelig infrastruktur, og utprøve hydrogenteknologi i energisystemet. Den overordnede planen skal implementeres gjennom tre faser, med tilhørende roadmaps som skal beskrive tiltak for hver fase. Dette er nærmere omtalt i Kapittel 5.2.

5.1.2 Sveriges klimasmarteste by – Malmö kommune

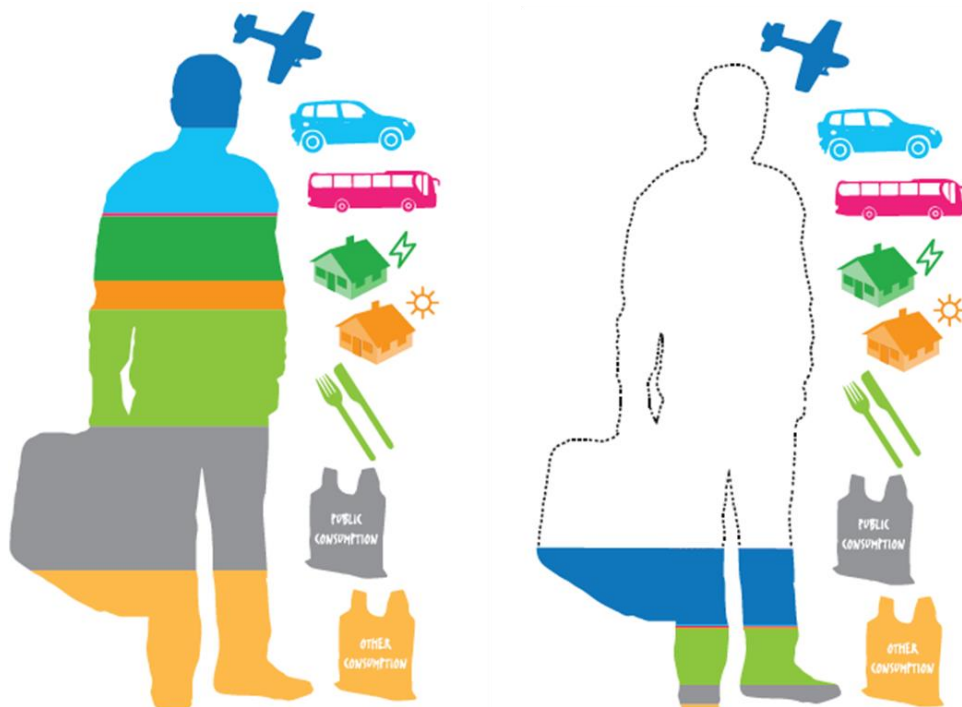
Malmö har mål om å bli Sveriges klimasmarteste by [MALMÖ]. Dette innebærer blant annet at energiforbruket pr. person skal reduseres med 20 % i 2020 og ytterligere 20 % innen 2030, sammenlignet med gjennomsnittet i 2001-2005. Transport inngår i dette målet. Videre skal andelen fornybar energi i Malmö kommunes virksomheter være 100 % innen 2020.

Planen inkluderer mål om 40 % reduserte klimagassutslipp, men periode er ikke oppgitt. Kommunen sikter også på å øke andel miljøbiler der FCEV inngår, men her er ikke målet konkretisert.

5.1.3 Strategimål for klimaprogram – Göteborg kommune

Göteborgs klimaprogram har ni strategimål. De med størst relevanse for hydrogen gjelder blant annet at CO₂-utslipp fra veitransport skal reduseres med 80 % i 2030, der 2010 er referanseår. I tillegg er det vedtatt at klimapåvirkningen fra kommunens innkjøp av varer og tjenester skal reduseres mot 2030, men målet for dette er ikke fastsatt.

En illustrasjon over endrede utslipp pr. person i dag og frem mot målet i 2050 er vist i Figur 9. Pr. i dag er utslippet om lag 8 tonn CO₂ pr. person pr. år, som vist til venstre i illustrasjonen, mens målet frem mot 2050 er å redusere dette med 75 %. I dette er det synlig at utslippene fra landtransport (lyseblå og rosa) skal drastisk reduseres.

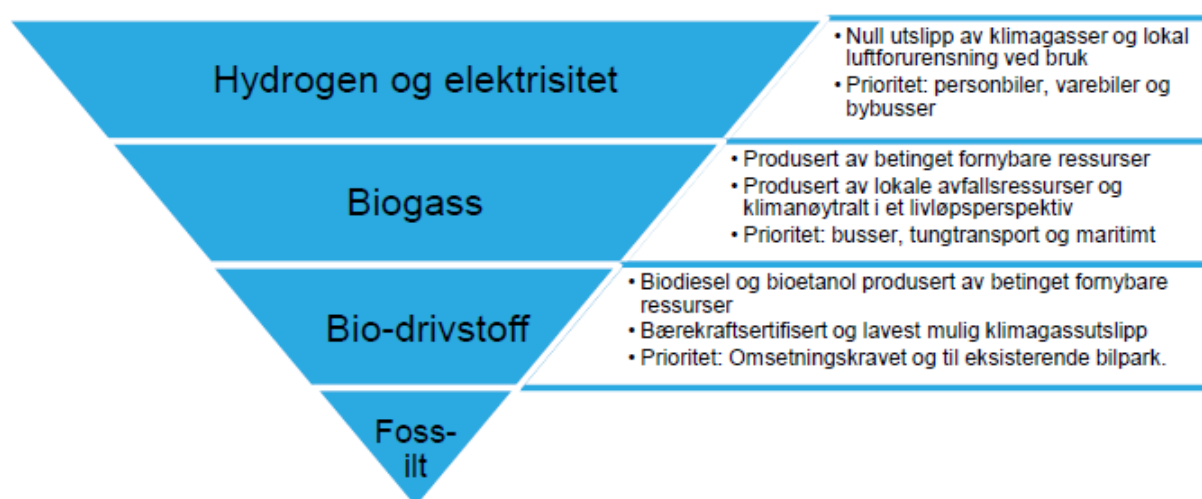


Figur 9: Dagens utslipp pr. person (til venstre) og tilsvarende for 2050 fra Göteborgs klimastrategi [GÖTEBORG].

5.1.4 Regional plan for klima og energi – Akershus fylkeskommune

Akershus fylkeskommune vedtok i juni 2018 sin regionale plan for klima og energi [AKERSHUS, 2018]. Plandokumentet er et verktøy for samordning og samarbeid mellom fylkeskommunen, kommunene og andre aktuelle aktører i Akershus. Sentralt er mål om at direkte klimagassutslipp fra Akershus skal reduseres med 55 % innen 2030 og med 85-90 % innen 2050 sammenlignet med utslippsnivået i 1991.

Da transport utgjør omlag 80 % av utslippene i Akershus er det lagt opp til spesiell fokus på denne sektoren i strategien. Blant annet er det utviklet en drivstoffpyramide som viser hvilke drivstoff som er foretrukket i transportsektoren, se Figur 10.



Figur 10: Drivstoffpyramiden i Akershus fylkeskommune [AKERSHUS-1].

En tilhørende handlingsplan er også utarbeidet. Denne er nærmere omtalt i Kapittel 5.2.

5.1.5 Hydrogenstrategi – Akershus fylkeskommune og Oslo kommune

Akershus fylkeskommune og Oslo kommune har en felles hydrogenstrategi for perioden 2014-2025 [AKERSHUS OSLO]. Målet er å stimulere til introduksjon av biler, busser og etterhvert større kjøretøy og bidra til videreutvikling av markedet som et ledd i å kutte utslippene i regionen. Hydrogenstrategien for Akershus 2014-2025 har fire hovedinnsatsområder:

1. Utvikling av stasjonsnettet
2. Etterspørselsstimulans
3. Markedskommunikasjon, profilering og påvirkning
4. Utvikle det internasjonale samarbeidet for å høste erfaringer og styrke europeisk infrastruktur

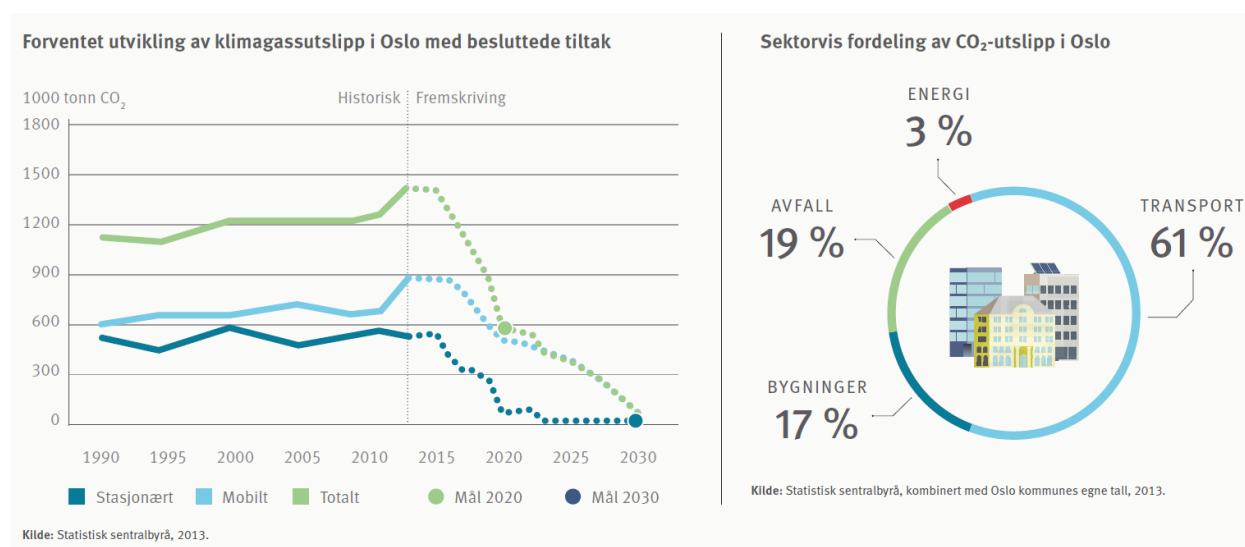
Strategien ble rullert, det vil si oppdatert, i 2017. Denne er vedtatt av Akershus fylkeskommune og skal også behandles i Oslo kommune. Selv om strategien er felles er tilhørende handlingsprogram individuelt for Akershus og Oslo. Dette er fordi virkemidler og tiltaksmålinger er noe forskjellige.

Strategien har langsiktige mål om at det i mot slutten av strategiperioden tilbys hydrogen til minst 10 000 biler og 100 busser. Måter å bidra til drift og utvikling av et fyllestasjonsnettverk for hydrogen i Oslo og Akershus er sentralt i strategiperioden.

Strategien blir gjennomført i 2-årige handlingsprogrammer, nærmere omtalt i Kapittel 5.2. Akershus har i større grad enn Oslo fulgt opp strategien og regnes som det området med mest langsiktig og sterk hydrogensatsing i Norge til nå. Dette er grunnen til at 3 av 4 stasjoner som er planlagt bygget før utgangen av 2019 vil bygges i Akershus.

5.1.6 Klima- og energistrategi – Oslo kommune

I 2016 vedtok Oslo kommune sin Klima- og energistrategi med hovedmål om 50 % reduserte CO₂-utslipp innen 2020 og 95 % reduserte utslipp i 2030 sammenlignet med 1990 nivå [OSLO-1]. En overordnet illustrasjon av strategien er vist i Figur 11 (merk at denne baserer seg på utslippstall fra 2013, og det har skjedd flere endringer siden denne illustrasjonen ble laget).



Figur 11: Utslippsutvikling og sektorvis fordeling av CO₂-utslipp i Oslo [OSLO-1].

Klima- og energistrategien er konkretisert gjennom 16 satsingsområder der følgende punkter er relevant opp mot innføring av hydrogen til transport og på tvers av person, vare- og lastebiler samt kollektivtrafikk:

- Kollektivtrafikken skal gå på fornybart drivstoff innen 2020
- Oslo kommune skal legge til rette for en bylogistikk der trafikkbehovet reduseres og der alle nye person- og varebiler i Oslo skal gå på fornybart drivstoff eller være ladbare hybrider fra 2020
- Oslo kommune skal legge til rette for at minst 20 % av tungtransporten i Oslo skal gå på fornybart drivstoff i 2020, og at all tungtransport og anleggsdrift skal kunne gå på fornybart drivstoff innen 2030

Oslos klima- og energistrategi er under revisjon, og en ny skal fremlegges i 2019 med perspektiv 2020-2030.

5.1.7 Anskaffelsesstrategi – Oslo kommune

Lokale innkjøpskrav er et viktig virkemiddel for å frem nye transportløsninger i en tidligfase der det er merkostnader forbundet med utslippsfrie kjøretøy som går på hydrogen.

Anskaffelseskrav i kommuner og regioner kan gå utover egne kjøretøy, og inkludere alt av varer og tjenester der transport inngår. Ofte er kommunene store offentlige innkjøpere, og disse har dermed en stor mulighet til å påvirke markedet i en grønnere retning.

I Oslo er det som eksempel vedtatt en anskaffelsesstrategi som skal sørge for å kun benytte utslippsfri transportmuligheter så langt det er mulig. De viktigste punktene i Oslo kommunes anskaffelsesstrategi [OSLO-2], vedtatt av byrådet 24.10.17, er:

- Kjøretøy og bygg- og anleggsmaskiner som brukes i forbindelse med utførelse av arbeid for Oslo kommune, skal som en hovedregel ha nullutslippsteknologi
- I anskaffelser der det åpnes for bruk av annen teknologi, skal dette begrunnes spesifikt i kontraktsstrategien
- For kjøretøy og maskiner der nullutslipp ikke er et alternativ, skal biodrivstoff (fortrinnsvis biogass) benyttes
- Kommunen skal prioritere transport basert på nullutslipp eller biodrivstoff for alle reiser i tjenesteøyemed eller i kommunal regi og være aktiv pådriver for å få til fornybare løsninger der dette ikke finnes i dag

5.1.8 Strategi for fossilfrie kjøretøy – Skedsmo kommune

Skedsmo kommune vedtok første gang i 2011 et nullutslippsmål for egen kjøretøypark. Målet går ut på at kjøretøyparken innen 2020 som hovedregel kun skal bestå av nullutslippskjøretøy, inkludert eventuell bruk av biodrivstoff. I 2016 vedtok kommunen gjennom sin nye energi- og klimahandlingsplan at de som hovedregel skulle slutte å kjøpe inn fossile biler.

I sin strategi for fossilfrie kjøretøy 2017-2020 [SKEDSMO] har kommunen vedtatt strategier for å legge til rette for og å anskaffe kjøretøy på hydrogen, batteri og biodrivstoff. Strategien slår fast at kommunen primært skal drive sin flåte av person- og varebiler på batteri. Dersom det kommer ny kommersiell hydrogenstasjon til kommunen skal kommunen også bygge opp en flåte av hydrogenbiler.

I november 2017 inngikk kommunen ny rammeavtale for leasing av person- og varebiler. Avtalen sørger for at kommunen så langt bilene tilfredsstiller bruksbehovene utelukkende kan lease elbiler. Ved utgangen av 2017 har kommunen i sin drift en elbilandel på 40 % inkludert 3 hydrogenkjøretøy. Kommunen bruker foreløpig ikke biodrivstoff på noen av sine kjøretøy.

5.2 Handlingsplaner

Av de overnevnte eksemplene på strategier finnes mange med tilhørende handlingsplaner, der arbeidet med å fremme hydrogen i transport får en mer synlig rolle. De med mest relevant innhold opp mot hydrogen beskrives nedenfor.

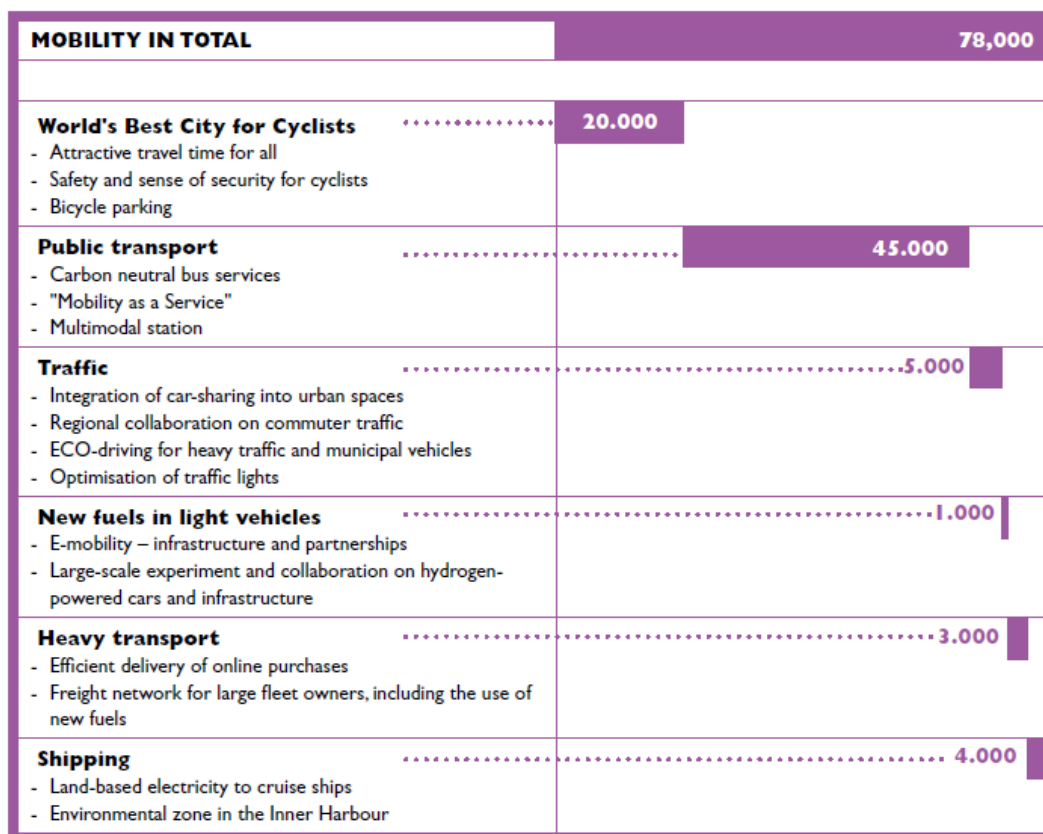
Det er svært få som har egne handlingsplaner for hydrogen, de ses ofte opp mot helhetlige klima, energi og miljøplaner.

5.2.1 Roadmaps for CO₂-nøytral hovedstad – København kommune

København kommune er nå inne i andre del av sin Roadmap [KØBENHAVN-2] som gjelder for perioden 2017-2020. Handlingsplanen fortsetter langs sporene utpekt i strategien, og har 60 initiativer inndelt i energiforbruk, energiproduksjon, transport og København kommune som klimavirksomhet.

Handlingsplanen inkluderer også en evaluering av hva som skjedde i den første fasen fra 2013-2016 og bygger videre på lærdommen derfra.

Innen transport søker København å styrke bruken av den allerede etablerte infrastrukturen for hydrogen, der større skala på pilotprosjektene er tenkt som en viktig videre etappe. Danmark er i den særstilling at de, som første land i verden, allerede har en landsdekkende infrastruktur av hydrogenstasjoner. Nå handler det om å få bilene på veien. En oppsummering av tiltakene og effekt er illustrert i Figur 12.



Figur 12: København kommunes Roadmap 2017-2020, med utslippsreduserende mål i tonn CO₂ pr. initiativ [KØBENHAVN-2].

5.2.2 Handlingsplan for fossilfrie drivstoff – Skåne

Region Skåne har tagit fram en Handlingsplan för fossilfria drivmedel i Skåne som behandlas politiskt i augusti 2018 [SKÅNE]. Handlingsplanen är en del av Strategi för ett hållbart transportsystem i Skåne 2050. Handlingsplanen beskriver insatser inom drivmedelsområdet som olika aktörer kan genomföra för att stödja omställningen mot ett klimatneutralt och fossilbränslefritt transportsystem i Skåne, för att Skåne ska fånga nya möjligheter till företagande i denna omställning, samt för att samband mellan användning av drivmedel och människors hälsa ska bli tydliga.

Stöd till affärsmodeller för tankstationer för vätgas är én insats i handlingsplanen. Detta stöd kan komma i form av investeringsbidrag, stöd till drift och/eller stöd till fordon. Region Skåne vill dock att privata aktörer ska stå för ägande och drift för att därigenom skapa ett affärsmässigt intresse i att arbeta för att öka efterfrågan på vätgas runt tankstationen.

5.2.3 Färdplaner for fossilfri konkurrenskraft

Den svenska regeringens initiativ Fossilfritt Sverige har till uppgift att påskynda den svenska klimatomställningen. De olika branscherna har bjudits in att skriva sina egna färdplaner för fossilfri konkurrenskraft. Initiativet är världsunikt och responsen har varit överväldigande.

Under våren 2018 presenteras nio färdplaner för regeringen från betongbranschen, bygg- och anläggningssektorn, cementbranschen, dagligvaruhandeln, flygbranschen, gruv- och mineralbranschen, skogsnäringen, stålindustrin och åkerinäringen. Till hösten kommer ytterligare färdplaner att levereras och målsättningen är att totalt 22 branscher ska lämna in sina planer. Bygg- och anläggningssektorn ska minska utsläppen av växthusgaser med 50 % till 2030 jämfört med 2015 och med 75 % till 2040. 2045 ska branschen ha ett netto noll utsläpp av växthusgaser.

Branschen har i sin färdplan identifierat ett antal nyckelfaktorer för att kunna lyckas, däribland långsiktiga spelregler som möjliggör investeringar och omställning till klimatneutrala material samt offentlig upphandling som motor för omställning. De skickar också med en uppmaning till riksdag och regering om att bland annat att ta fram en strategi och åtgärdsplan i samråd med marknadens aktörer för tillgång och distribution av hållbara och fossilfria bränslen till bygg- och anläggningssektorn.

5.2.4 Sista stegen mot fossilbränslefrihet – Ti skånske kommuner

Dette innovative prosjektet tar for seg hvordan ti skånske kommuner skal fase ut fossilt drivstoff i egne virksomheter innen utgangen av 2020 [KLIMATSAMVERKAN]. Prosjektet understreker at det er i transportsektoren den store utfordringen finnes, og hvor det gjenstår mest arbeid.

Til tross for utfordringer går arbeidet stadig fremover. 2017 var det første året der den totale andelen fossilfritt drivstoff i kommunenes kjøretøyflåter oversteg 50 %. En statusoversikt er vist i Figur 13 nedenfor.



Figur 13: Samlet resultatoversikt på vei mot fossilfritt i ti svenske kommuner [KLIMATSAMVERKAN].

5.2.5 Handlingsprogram for den regionale planen for klima og energi – Akershus fylkeskommune

Handlingsprogrammet som hører til den regionale planen for klima og energi er utarbeidet for perioden 2019-2022. Handlingsprogrammet setter tiltakene i system basert på type rolle det offentlige har [AKERSHUS-2]:

- *Samfunnsutvikler* hvor det offentlige har en pådriverrolle
- *Myndighet* hvor det offentlige har myndighet gjennom lover, og som utøves via forvaltning (og som eier)
- *Feie for egen dør* hvor tiltakene er rettet mot egen virksomhet

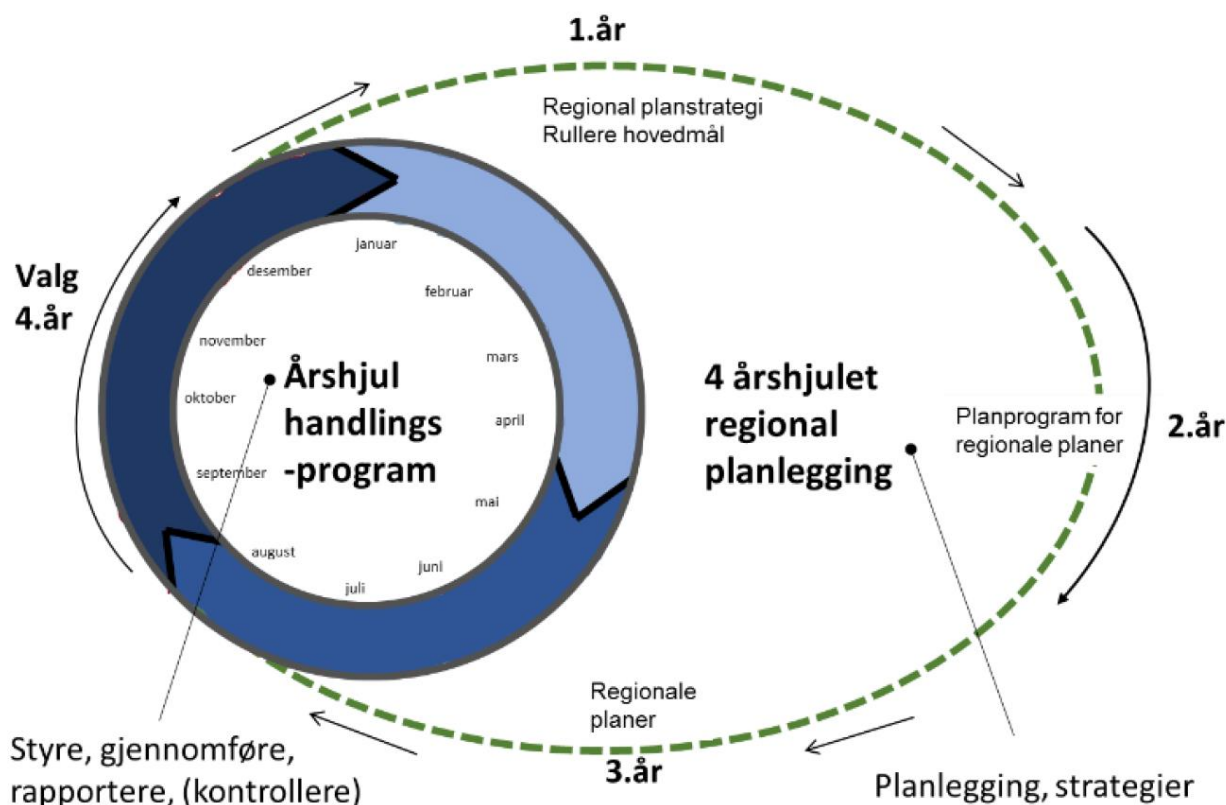
Samtidig er tiltakene kategorisert avhengig av område:

- Felles strategier (innkjøp, miljøledelser, kunnskap og kompetanse)
- Indirekte utslipp
- Transport, direkte utslipp
- Stasjonær energi, direkte utslipp
- Avfall og avløp, direkte utslipp
- Landbruk, direkte utslipp (biologisk og fossilt)

Handlingsprogrammet har også skjønnsmessig vurdering av tiltakenes effekt på klimagassreduksjon, grad av usikkerhet ved gjennomføring og kostnader. Dette gjør det enklere å sortere og prioritere mellom tiltak.

Tiltak innenfor hydrogensatsingen (også forankret gjennom Akershus fylkeskommunes hydrogenstrategi og tilhørende handlingsplan) er integrert i handlingsprogrammet der de hører hjemme. Fordelen med dette er at man får en helhetlig oversikt over hydrogen sin rolle i fylkeskommunens satsting på klima og miljø, og en bedre forståelse for hvordan tiltakene henger sammen.

En illustrasjon av rulleringen av handlingsprogrammet er vist i Figur 14.



Figur 14: Rullering av regional plan og tilhørende handlingsprogram [AKERSHUS-2].

5.2.6 Handlingsplan for hydrogenstrategi – Akershus fylkeskommune

Akershus fylkeskommune og Oslo kommune har felles hydrogenstrategi, men forskjellige handlingsplaner. Oslos tiltak er implementert gjennom det overnevnte klimabudsjettet, mens handlingsprogrammet til Akershus fylkeskommune etter hvert vil bli implementert i den sektorovergripende handlingsplanen for klima og miljø. En kort beskrivelse av innsatsområder i handlingsprogrammet 2017-2018 er inkludert nedenfor:

1. **Infrastruktur for personbiler.** Etter å ha støttet investering og drift av fylkets hydrogenstasjoner gjennom flere år forutsetter fylkeskommunen at Enova står for investeringsstøtten til kommende stasjoner. Akershus fylkeskommune fikk i 2017 notifisert en ordning i ESA for driftsstøtte til hydrogenstasjoner. Driftsstøtte er et verdifullt insitament for stasjonsutvikling i en tidlig fase.
2. **Personbiler og lette varebiler.** Fylkeskommunen har etablert tilskuddsordning for inntil 20 hydrogendrosjer og 10 hydrogenkjøretøy i kommunal virksomhet. Videre vil fylkeskommunen samarbeide med næringsliv og organisasjoner for å fremme bruk av hydrogenbiler til kjøretøyflåter.
3. **Tungtransport.** Fylkeskommunen vil starte dialog med transportbransjen om utvikling av stasjonsstruktur som muliggjør omlegging til hydrogenelektrisk tungtransport.
4. **Kollektivtransport.** Fylkeskommunen vil arbeide for å sikre finansiering til teknologiutvikling av busser med brenselcelleteknologi gjennom EUs

støtteprogram og/eller Enova. Anskaffelse av en utslippsfri hurtigbåt vil bli vurdert i samarbeid med Ruter⁸, Oslo kommune og Buskerud fylkeskommune.

5. **Industrielle kjøretøy.** Fylkeskommunen vil igangsette dialog med OSL, logistikkbransjen og anleggsbransjen om bruk av industrielle, hydrogenelektriske kjøretøy og utvikling av tilhørende infrastruktur.
6. **Nettverksbygging.** Fylkeskommunen vil i programperioden videreføre arbeidet for å fremme utviklingen av hydrogenbasert transport utenfor regionen. Samarbeidet vil omfatte kommuner og andre fylkeskommuner, næringsliv og organisasjoner.
7. **Kompetansebygging.** Fylkeskommunen vil arbeide for at videregående skoler og høyskoler skal kunne utdanne kompetent personell. Formidling av informasjon til brukere av hydrogenelektrisk transport vil bli prioritert.
8. **Kommunikasjon.** Kommunikasjonstiltak er viktige verktøy for å nå målet om å være en foregangsregion for bruk av fossilfrie drivstoff, der batterielektrisk, hydrogenelektrisk og biogass-basert transport inngår i en helhet. Det vil bli utarbeidet en kommunikasjonsplan for perioden 2017-2018.
9. **Næringsutvikling og innovasjon.** Næringslivets hydrogennettverk kan gi viktige bidrag til realisering av målene i regional plan for innovasjon og nyskaping, om økt internasjonal konkurransekraft til kunnskapsbaserte teknologibedrifter innenfor de grønne næringene. Akershus fylkeskommune vil som brukerpartner delta i FME-en «Mobile Zero Emission Energy Systems» (MoZEES) om materialer, komponenter og teknologi for hydrogen og batteri til transport.

5.2.7 Klimabudsjett – Oslo kommune

Oslo kommunes klimabudsjett [OSLO-3] omhandler operasjonaliseringen av byens klima- og energistrategi. Formålet er å sikre gjennomføring av nødvendige tiltak for å nå Oslos klimamål. Det er på samme tid en handlingsplan og også et system for hvordan handlingsplanen skal implementeres i kommunens egen drift.

Sentralt i dette er at klimabudsjettet knytter tiltak, ansvar og økonomiske rammer sammen, og blir kjørt som en integrert del av Oslo kommunes budsjettprosess og virksomhetsstyring. Effekten av er at klima kommer på dagsorden på lik linje som alle andre oppgaver som kommunen skal gjennomføre. Virksomhetene får ansvar for klimatiltak i sine tildelingsbrev med tilhørende kvartalsvis rapportering.

Klimabudsjett 2018 er andre gang Oslo har et klimabudsjett. Klimabudsjettet inneholder om lag 45 tiltak, kategorisert innen stasjonære utslipp og mobile utslipp, og inkluderer en kvantifisert del der tiltakenes utslippsreducerende effekt også er vurdert. Nytt av året er et eget faggrunnlag som synliggjør de klimafaglige vurderingene som er gjort i vurdering og prioritering av tiltak. En oppsummering av utslippsreduksjoner pr. område er vist i Tabell 3.

⁸ Kollektivselskapet Ruter eies av Oslo kommune og Akershus fylkeskommune og er ansvarlig for kollektivtrafikken i Oslo og Akershus inkludert T-bane, trikk, buss og ferje.

Tabell 3: Utslippsfremskrivning mot 2020 (i tonn CO₂-ekvivalenter) [OSLO-3]

Utslippsområde		2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total reduksjon	% reduksjon
Stasjonær	Oppvarming i andre næringer og husholdninger	134.700	134.700	122.600	98.300	49.900	13.500	121.200	90 %
	Fjernvarme m.m.	26.800	24.000	21.200	21.200	21.200	21.200	5.600	21 %
	Avfallsforbrenning	226.000	225.600	225.100	224.300	222.600	221.700	4.300	2 %
	Deponiggass	15.100	14.400	13.000	11.700	10.300	8.200	6.900	46 %
	Utslipp fra avløp	22.500	22.500	2.000	2.000	2.000	2.000	20.500	91 %
	Stasjonære utslipp, totalt	425.100	421.200	383.900	357.500	306.000	266.600	158.500	37 %
Mobil	Kollektivtrafikk - buss	31.000	28.100	25.100	19.200	7.400	1.500	29.500	95 %
	Drosjer	20.100	19.400	18.100	16.100	10.700	6.700	13.400	67 %
	Personbiler	346.300	343.700	333.100	300.200	267.300	214.700	131.600	38 %
	Varebiler	94.500	93.800	90.800	81.400	72.000	57.100	37.400	40 %
	Lastebiler	142.200	142.200	137.000	124.100	111.100	90.400	51.800	36 %
	Anleggsmaskiner	166.700	165.900	160.900	155.200	143.700	128.400	38.300	23 %
	Mobile utslipp, totalt	800.800	793.100	765.000	696.200	612.200	498.800	302.000	38 %
Totalt utslipp		1.225.900	1.214.300	1.148.900	1.053.700	918.200	765.400		
Utslippsreduksjon i forhold til utslipp i 2015		0	11.600	77.000	172.200	307.700	460.500		
% utslippsreduksjon ift. 1990-nivå		-	-	4,3 %	12,2 %	23,5 %	36,2 %		

Reduksjon av utslipp fra transport er kanskje den største utfordringen. Klimabudsjettet fokuserer både på trafikkreduksjon, som hvordan man tilrettelegger til overgang fra personbil til sykkel og gange, samt vridning av transportsektoren, fra fossilt til fornybare typer.

Hydrogen nevnes eksplisitt ved flere anledninger. Først og fremst som et viktig område opp mot tyngre kjøretøy og anleggsdrift. Flere av tiltakene omhandler også hydrogen. Et aspekt er i implemtering av anskaffelsesstrategien der el og hydrogen skal foretrekkes fremfor biogass og dernest andre biodrivstoff. Et annet tiltak omhandler energistasjoner, der Oslo kommunen skal tilrettelegge for en styrket infrastruktur for hydrogen og flytende biogass.

5.2.8 Handlingsdel 2017-2018 – Skedsmo kommune

Med utgangspunkt i Skedsmo kommunes *Strategi for fossilfrie kjøretøy 2017-2020* er det også lagt opp til 2-årige handlingsdeler. Den første fokuserer på 2017-2018. Handlingsdelen konkretiserer tiltak som kan og bør gjennomføres, inkludert kostnader og finansieringsmuligheter. Hovedpunkter som listes er [SKEDSMO]:

1. Det settes av en pott til gjennomføring av strategien
2. Kommunen søker offentlige støttemidler (Enova, Miljødirektoratet, Akershus fylkeskommune, Statens vegvesen) på grunnlag av strategien og kan med det – som støtteordningene har krav om – vise til delvis egenfinansiering
3. Rådmannen prioriterer tiltakene med utgangspunkt i omfanget av støttemidler
4. Ladepunkter til alle aktuelle person- og varebiler i kommunal drift og øvrige midler til å sikre effektiv omstilling av den kommunale bilparken har i utgangspunktet første prioritet

Handlingsdelen referer også til utnyttelse av Interreg-prosjektene Green Drive Region og Blue Move, og anbefaler å vurdere deltakelse i nye prosjekter.

5.3 Tiltak

Tiltakene er det som faktisk skal gjøres, forankret i strategier og handlingsplaner. Opp mot hydrogen finnes det mange eksempler på hva som gjøres i ØKS-regionen, og nedenfor følger en oversikt over noen av initiativene.

5.3.1 Testing av hydrogenkjøretøy

Det tydeligste tegn på støtte til hydrogenkjøretøy og hydrogenteknologi som helhet på regionalt nivå i Danmark er det høye antallet danske kommuner som tester ut hydrogenbiler som en del av sin flåte.

Ofte investerer kommunene også i hydrogeninfrastruktur hvilket reduserer inngangsbarrieren for private borgere og bedrifter. En rekke av de kommunale prosjektene er listet nedenfor. Et fellestrekk er at et høyt antall kommuner har utviklet lokale insentiver for hydrogenbiler, som for eksempel reservert og/eller gratis parkering.

Københavns Kommune:

Den største kommunen i Danmark har investert i hydrogenkjøretøy siden 2013. Pr. i dag utgjør flåten 21 biler, blant annet noen av de offisielle ordførerbilene. Det er faste planer for videre utvidelse av flåten via ulike prosjekter mot 2021.

Århus kommune⁹:

Den 8. danske hydrogenstasjonen ble lansert i den nest største kommunen i Danmark: Århus. Flåten i Århus kommune består nå av 10 hydrogenkjøretøy som vil være en del av en test som vil løpe i fire år. Hydrogenflåten i Århus har opplevd noe kritikk på grunn av prosjektkostnadene¹⁰.

Kolding kommune¹¹:

Kolding kommune kjøpte allerede i 2015 et antall hydrogenkjøretøy som en del av en nasjonal satsing på å etablere et rutenett av hydrogenstasjoner som Kolding kommune også bidro til.

Esbjerg kommune¹²:

Som en del av samme initiativ som Kolding kommune kjøpte Esbjerg kommune fem hydrogenbiler med ambisjon om å kjøpe ytterligere fem. De bidro også til infrastrukturen rundt kjøretøyene.

Holstebro kommune:

Som en av de mindre kommunene i Danmark har Holstebro gjort seg bemerket ved å investere i en hydrogenbil med formål å teste det i deres kjøretøyflåte.

⁹ FDM, 2017. Brinten er kommet til Aarhus. Tilgjengelig: <https://fdm.dk/nyheder/2017-09-brinten-er-kommet-til-aarhus?q=nyheder/brinten-er-kommet-til-aarhus>

¹⁰ Jyllands-posten, 2016. Kritik af Aarhus Kommunes nye brintbiler. Tilgjengelig: <https://jyllands-posten.dk/aarhus/ECE8502345/kritik-af-aarhus-kommunes-nye-brintbiler/>

¹¹ Forum for bæredyktige indkøb, 2015. Kompromisløs Klimavenlighed får årets indkøbspris. Tilgjengelig: <http://www.ansvarligeindkob.dk/cases/kompromisloes-klimavenlighed-faar-aarets-indkoebspris-kolding-koeber-brintbiler-og-bygger-brinttankstation/>

¹² Esbjerg kommune, 2015: Brintbiler til Esbjerg Kommune. Tilgjengelig: <http://www.esbjergkommune.dk/forside/pressemeddelelser.aspx?PID=70483&Action=1&NewsId=3871>

Videre er det i perioden 2012-2018 gjennomført småskalaprojekter i kommunene i Slagelse¹³, Ringkøbing-Skjern¹⁴, Skive¹⁵, Mariager Fjord¹⁶ og Aalborg¹⁷.

5.3.2 Krav og erklæringer for anleggsmaskiner

Københavns kommune undertegnet i juni 2018 en formålserklæring om å kjøpe utslippsfrie anleggsmaskiner. I sin prioritering av utslippsfritt vektlegger kommunen ikke bare utslipp av CO₂, men legger også til grunn utfordringer med støy, lokal luftkvalitet, vibrasjoner og forbedret arbeidsmiljø. Dette er parametere der brenselceller og hydrogen er svært attraktivt.

Formålserklæringen er et tydelig markedssignal på kommunens retning mot nullutslipp. Dette gjelder både kommunen egne maskiner, men også ved kjøp av tjenester i for eksempel bygg- og anleggsprosjekter der det er entreprenørene som eier maskinene.

Trafikverket har tillsammans med Göteborg, Malmö och Stockholm under våren 2018 besluttat om gemensamma miljökrav som gäller vid entreprenadupphandling. Bland annat går man från 2020 över till ålderskrav på arbetsmaskiner, för att lättare kunna följa upp efterlevnaden i praktiken. Godkända drivmedelstyper har lagts till och specificerats, likaså har klimatpåverkande krav tillkommit. Det har öppnats upp för fler godkända drivmedel för att underlätta att uppfylla klimatkravet.

5.3.3 Bilfrie soner og lavutslippssoner

Oslo kommune iverksatte i 2017 programmet Bilfritt byliv [OSLO-4] med formål å gjøre Oslo til en grønnere og mer levende by. Sentralt i programmet er å frigjøre områder som har fungert som parkeringsplasser langs gatene og redusere gjennomgangstrafikk.

Prosjektet legger vekt på gode vareleveringsmuligheter og tilgang for håndverkere, da dette er viktig bylivet, handel og næringsliv. Når vanlige kommunale parkeringsplasser fjernes blir det også satt av flere plasser til nødvendig varelevering og næringsparkering. Flere av disse blir reservert for nullutslippsbiler.

Prosjektet går gradvis til verks gjennom implementeringsfaser, fra pilotprosjekter i 2017 til planlagt helhetlig implementering i 2019. Sonen for bilfritt byliv er illustrert i Figur 15.

¹³ FDM, 2017. Brinten er kommet til Aarhus. Tilgjengelig: <https://fdm.dk/nyheder/2017-09-brinten-er-kommet-til-aarhus?q=nyheder/brinten-er-kommet-til-aarhus>

¹⁴ Dagbladet, Ringkøbing Skjern, 2018. Danmarks største forsøg med brint-køretøjer. Tilgjengelig: <https://dbrs.dk/ringkoebing/Danmarks-stoerste-forsog-med-brint-koeretoer/artikel/222138>

¹⁵ Arbejdsmarked, 2012. Brintbiler kan skabe arbejdspladser. Tilgjengelig: <https://www.altinget.dk/arbejdsmarked/artikel/2012-1-25-brintbiler-kan-skabe-arbejdspladser>

¹⁶ Hydrogen Valley, 2016. Danmarks første dele-brintbil. Tilgjengelig: <http://hydrogenvalley.dk/danmarks-foerste-dele-brintbil/>

¹⁷ Brintbiler.dk, 2015. Aalborg Kommune indvier brinttankstation og brintbiler. Tilgjengelig: <http://brintbiler.dk/aalborg-indvier-brinttankstation-og-brintbiler/>



Figur 15: Planlagt sone for bilfritt byliv i Oslo [OSLO-4].

I Norge ble det i desember 2016 innført en ny forskrift¹⁸ som åpner for bruk av lavutslippssoner for å forbedre luftkvaliteten i områder utsatt for lokal luftforurensning fra biler. En kommunal lavutslippssone må godkjennes fra statlige myndigheter ved regionvegkontoret før den kan innføres. Ønsket fra Stortinget var å åpne for muligheten til å differensiere på både miljø og klima. Men i forskriften er kravene for lokalforskrift kun basert på miljø (luftforurensning) som gjør at klima egentlig ikke kan brukes som bakgrunn for differensiering. Det er planlagt å innføre lavutslippssone i hele Oslo som fører til gebyr for tyngre kjøretøy over 3,5 tonn basert på drivstoff (med fritak for Euro VI), sannsynligvis vinteren 2019. I tillegg jobbes det med et veikart og virkemiddelpakke for å gjøre Oslo sentrum fossilfritt innen 2024. Her vil flere detaljer fremkomme i løpet av 2018.

5.3.4 Tids- og miljødifferensierte bompenger

I juni 2017 ble den norske Vegloven¹⁹ endret for å åpne for tids- og miljødifferensierte bompenger. Departementet kan med samtykke fra Stortinget dermed fastsette særskilte ordninger for bompenger i et byområde. Takstene kan dermed settes basert på vekt eller miljøegenskapene til kjøretøy eller for å endre valg av transportmiddel eller tidspunkt, og ut ifra de behov som er i området som transportløsninger, arealbruk og lokalmiljø.

Det er allerede innført ordninger i Oslo som gir høyere bompengesats basert på dårligere miljøegenskaper og kjøring i rushtid. Denne ordningen vil bli ytterligere utviklet i årene som kommer.

I Sverige finns trängselskatt i Göteborg och Stockholm. Sedan 2012 görs inga undantag för bilar med bättre miljöegenskaper vid betalning av trängselskatt²⁰.

¹⁸ Lovdata.no: Forskrift om lavutslippssoner for biler. FOR-2016-12-20-1681. Tilgjengelig: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-20-1681>

¹⁹ Lovdata.no: Lov og vegar (veglova), LOV-1963-06-21-23. Tilgjengelig: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1963-06-21-23>

²⁰ <https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Undantag-fran-trangselskatt/>

5.3.5 Dieselforbud

I den norske Vegtrafikkloven ²¹ (nr. 4 av 1965) er det åpnet for midlertidige trafikkregulerende tiltak ved høy luftforurensning. Oslo fikk i desember 2016 «Forskrift om midlertidig trafikkregulerende tiltak ved høy luftforurensning»²² som åpner for å forby dieselbiler i deler av byen. Forskriften ble anvendt i januar 2017 og forbudet var varslet en uke i forkant basert på værmelding som forutsa kraftig lokal luftforurensning. Dieselforbudet opphørte etter to dager da forurensingen ble vurdert til å være lav nok. Dette er et virkemiddel som Oslo ser på som aktuelt å bruke igjen. Slike virkemidler gjør det mer attraktivt å kjøpe el- og hydrogenbiler for bruk i Oslo.

5.3.6 Drosjeløyve og taxiprojekt

I 2017 utredet Oslo kommune mulighetene innen nullutslippskjøretøy der det ble konkludert med at det er teknisk og økonomisk mulig at taxi-flåten skal være utslippsfri i løpet av 2022. Det er gjennomført høring av utredningen og kommunen vil gjøre vedtak i løpet av 2018. Utredningen vurderer behovet for infrastruktur for el og hydrogen basert på tre ulike scenarier for hvor stor andel de to typer kjøretøy vil ha i en utslippsfri taxi-flåte. Som løyvegiver er kommunen ansvarlig for å sikre at det er infrastruktur tilgjengelig. Dersom markedet ikke selv tar seg av en slik utbygging må kommunen påregne å bidra med insentiver eller støtteordninger.

Oslo kommune har satt av 5 millioner NOK til å støtte taxieiere til innkjøp av hydrogen-taxier. Det gis en sum på opptil 100 000 NOK i støtte ved innkjøp og budsjettet vil dermed kunne bidra til innkjøp av rundt 50 hydrogen-taxier.

Akershus fylkeskommune har en liknende støtteordning for innkjøp av hydrogen-taxier. Fylkeskommunen vil i løpet av 1. halvår 2018 gjennomføre en egen utredning om krav til utslippsfrie taxier i fylket, og et eventuelt politisk vedtak om dette regnes med å bli fattet mot slutten av året, med virkning fra 2023. Også for Akershus vil det være viktig å avklare eventuelle behov for støtte til infrastruktur og andre effekter av innføring av et påbud om kun bruk av utslippsfrie taxier.

I Sverige regleras taxitrafikstillstånd på nationell nivå²³. Miljökrav på fordon ingår inte i dessa tillstånd. Svenska kommuner och regioner kan därför inte införa miljökrav för taxiflottor som i Akershus och Oslo. Det har ändå växt fram alternativ till exempel i form av Nollzon Stockholm, som är ett privat initiativ där 835 kontor/företag har anslutit sig för att prioritera nollemmissionstaxi vid taxiresor för sina anställda och besökare. Initiativet sprider sig nu till andra städer i landet. Arlanda flygplats har också skapat ett kösystem, som alltid premierar de renaste bilarna, så elbilar (batteri och bränsleceller) ges förtur och får plats först i kön att köra kunderna till och från flygplatsen.

²¹ Lovdata.no: Lov om vegtrafikk (vegtrafikkloven), LOV-1965-06-18-4. Tilgjengelig: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1965-06-18-4>

²² Lovdata.no: Forskrift om midlertidig trafikkregulerende tiltak ved høy luftforurensning, Oslo kommune, Oslo. FOR-2016-12-01-1424. Tilgjengelig: <https://lovdata.no/dokument/OV/forskrift/2016-12-01-1424>

²³ Transportstyrelsen. Krav för att få taxitrafikstillstånd. Tilgjengelig: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Taxi/Trafikstillstand/Krav-for-att-fa-trafikstillstand/>

5.3.7 Etablere energistasjoner

Oslo kommune har mål om å opprette tre energistasjoner innen utgangen av 2018. Oslo ønsker ikke å bygge, drive eller eie stasjonene selv og jobber derfor nå med å innrette virkemidlene slik at næringsaktører kan gå i front. Stasjonsutbyggingen vil fokusere på å styrke tilbudet av hydrogen og flytende biogass men vil trolig tillate salg av fossilt drivstoff dersom dette blir en forutsetning fra næringen.

Oslo kommunes bidrag vil med all sannsynlighet dreie seg om å leie ut tomter samt muligens tilrettelegge med et finansielt vederlag i en oppstartsperiode. Prosjektet avholdt en dialogkonferanse og påfølgende én-til-én-møter med næringsaktørene i mai 2018, og vil nå bruke innspillene som er mottatt til å utforme konkurranser.

Akershus fylkeskommune har kommet lengst i Norge med å etablere et nettverk av hydrogenstasjoner i eget fylke. I 2017 lanserte de også en egen driftstøtteordning for hydrogenstasjoner for å bidra i en startfase der stasjonene har lav kapasitetsutnyttelse [AKERSHUS-3]. Midlene i tilskuddsordningen kommer fra Miljøfond Akershus og har en maksimal årlig ramme på 5 millioner NOK pr. år. Hver stasjon kan motta opp til 1 million NOK pr. år, i en periode på inntil tre år.

5.3.8 Fossilfri kollektivtrafikk

Ruter, det regionale kollektivselskapet som er eid av Oslo kommune og Akershus fylkeskommune, har et pågående prosjekt for å gjøre sine transporttjenester fossilfrie innen utgangen av 2020 [RUTER-1]. Dette prosjektet, kalt Fossilfri 2020, har pågått siden 2014 og er i rute for å nå målene. Som del av dette har Ruter også fem hydrogenbusser i drift, delfinansiert gjennom EU-prosjektet CHIC (Clean Hydrogen In European Cities).

Ruter, på oppdrag fra sine eiere, utvikler nå planer for utslippsfri kollektivtransport. De har nylig utredet handlingsrom, utfordringer og konsekvenser ved å forsere utviklingen mot utslippsfri kollektivtransport (i praksis el og hydrogen) innen 2028 [RUTER-2]. Utredningen er imidlertid langt mer teknologioptimistisk med hensyn til utviklingen innen elbusser enn hydrogenbusser. Samtidig legger Ruter opp til at hydrogen vil være viktig på lengre avstander. I Ruters sammenlikning over forventede kostnader frem mot 2025 kommer hydrogen høyere ut enn de andre drivlinjene blant annet som følge av høyere vedlikeholdskostnader. Sett i forhold til bensin- eller dieselbusser vil både el- og hydrogenbusser bestå av langt færre bevegelige deler. I Ruters beregninger er det imidlertid kun elbussen som nyter godt av dette på vedlikeholdsbudsjettet frem mot 2025. Generelt antas vedlikehold av en fullt utviklet hydrogenbuss å være sammenliknbare med vedlikeholdskostnadene til en elbuss.

Ruter er derfor med i et nytt europeisk samarbeidsprosjekt for hydrogenbusser kalt JIVE 2, delfinansiert av Horizon2020. Prosjektet skal fremme kommersialiseringen av hydrogenbusser, og dermed bidra til å gjøre teknologien mer konkurransedyktig med alternativene.

6 Forretningsmodeller for hydrogen til transport

Partnernettverket i Blue Move har arbeidet med forretningsmodeller for hydrogen til transport på flere nivåer. Det følgende er en kondensert sammenfatning av dette arbeidet behørig dokumentert gjennom [BLUE MOVE WP3], [BLUE MOVE WP4], [BLUE MOVE WP5-1], [BLUE MOVE WP5-2] og [GREENSIGHT]:

- Avsnitt 6.1 gir en analyse av forretningsmodellene beskrevet gjennom casene i [BLUE MOVE WP3]
- Avsnitt 6.2 ser gjennom et regneeksempel på lønnsomheten ved en liten hydrogenstasjon sett i lys av etterspørselen [BLUE MOVE WP4]
- Avsnitt 6.3 gir en sammenfatning av en behovsstudie och teknikkartläggning av arbeidsmaskiner utarbeidet i arbeidspakken Fordon [BLUE MOVE WP5-1]
- Avsnitt 6.4 sammenfatter en studie over potensialet for midlertidige hydrogenfyllestasjoner i Norge og Sverige [BLUE MOVE WP5-2]
- Avsnitt 6.5 ser på infrastrukturutbygging i lys av koordinerte initiativ innen tungtransport [GREENSIGHT]

6.1 Analyse av forretningsmodeller for anvendelse av hydrogen til transport

[BLUE MOVE WP3] er en mulighetsstudie for produksjon, industri, lagring og distribusjon av hydrogen. Hydrogenets potensial som en bærekraftig energibærer i ØKS-regionen konkretiseres der gjennom en rekke case-beskrivelser. Case-beskrivelsene er ment å gi et godt bilde av mulighetsrommet for bruk av hydrogen i regionen generelt og for anvendelse av hydrogen fra fornybare energikilder spesielt. I det etterfølgende gis en analyse av forretningsmodellene beskrevet gjennom casene i [BLUE MOVE WP3]. For å unngå omfattende gjentakelser er ikke casene gjengitt i sin helhet i analysen og leseren oppfordres således til å gjøre seg kjent med disse gjennom [BLUE MOVE WP3].

En oversikt over case-beskrivelsene i [BLUE MOVE WP3] og hvilke deler av verdikjeden de dekker er gitt i Tabell 4.

Tabell 4: Oversikt over case-beskrivelsene i [BLUE MOVE WP3] og hvilke deler av verdikjeden de dekker

Case #	Beskrivelse	Produksjon	Lagring	Distribusjon	Bruk	Annet
1	Storskala hydrogenproduksjon fra vannkraft	x	x	x	x	Infrastruktur
2	Småskala hydrogenproduksjon fra småkraftverk	x	x	x	x	Infrastruktur
3	Hydrogenproduksjon fra vindkraft	x	x	x	x	Biogass-oppgradering
4	Hydrogenproduksjon fra solkraft	x	x	x	x	Infrastruktur
5	Hydrogenproduksjon fra reformering av biogass	x			x	Bruk av CO ₂
6	Hydrogen som biprodukt fra industrien	x			x	Infrastruktur
7	Produksjon av hydrogen og metanol	x	x		x	Drivstoff
8	Lagring og komprimering med metallhydrid	x	x	x	x	Infrastruktur
9	Distribuert småskala hydrogenlagring	x	x		x	Stand alone
10	Storskala hydrogenlagring		x			Flytende, høyt og lavt trykk
11	Distribusjon av hydrogen på komposittanker			x		
12	Bruk av oksygen	x		x	x	O ₂ på sykehus, H ₂ til infrastruktur
13	Effekt av lav elavgift for hydrogenproduksjon	x				Vannelektrolyse

Case #	Beskrivelse	Teknologisk modenhet	Kostnad	Tids-perspektiv	Aktualitet ØKS
1	Vannkraft				
2	Småkraft				
3	Vindkraft				
4	Solkraft				
5	Reformering				
6	Biprodukt				
7	Metanol				
8	Metallhydrid				
9	Distribuert				
10	Storskala lager				
11	Komposittanker				
12	Oksygen				
13	Elavgift				

Fargekoder benyttet:

Teknologisk modenhet	Gode løsninger tilgjengelig i dag	Tilgjengelig innen 3-5 år	Tilgjengelig om mer enn 5 år
Kostnad (pr. kg hydrogen)	Fordelaktig kostnad	Høy kostnad	Svært høy kostnad
Tidsperspektiv	Kan implementeres nå	Realistisk innen 3-5 år	Ikke realistisk før minimum 5 år
Aktualitet ØKS	Relevant for ØKS	Kan være relevant ved gitte betingelser	Ikke relevant

Kommentar til bruk av fargekodene:

Bruken av farger er ment å gi leseren en rask oversikt over de ulike casenes aktualitet. Det er viktig å understreke at det i de fleste casene er flere forhold som spiller inn med hensyn til teknologisk modenhet, kostnad, tidsaspekt og relevans i ØKS. Man må derfor gå inn i det enkelte case og se på forutsetninger som er lagt til grunn for å gjøre seg opp en formening om disse elementene.

Det har ikke vært vår hensikt å gjøre en teknisk-økonomisk analyse av de enkelte case. Beskrivelsene er av varierende detaljeringsgrad på dette området, og man må gjøre mer detaljerte mulighetsanalyser for hvert enkelt case for å kunne si noe mer sikkert på dette punktet. Vi har gjengitt tekniske og økonomiske tall der dette finnes, og ut fra det gjort våre vurderinger i den hensikt at disse skal kunne gi leseren en viss oversikt over potensial og muligheter for realisering av casene.

Case 1 og Case 11 - Storskala hydrogenproduksjon fra vannkraft og distribusjon av hydrogen på komposittanker

Storskala hydrogenproduksjon fra vannkraft er en relevant forretningsmodell i tilfeller der man tenker å produsere hydrogenet sentralt for distribusjon til hydrogenstasjoner i en region. Det kan også være aktuelt for hydrogenproduksjon til bruk i industribedrifter, som igjen kan gi opphav til en hydrogenstasjon i regionen.

En av fordelene med å produsere hydrogen via vannelektrolyse direkte ved kraftstasjonen er et garantert lavt CO₂ fotavtrykk og ingen diskusjon om kraftmiks. Ett annet sentralt element er fordelene i samspillet mellom el- og hydrogenproduksjon idet kraften enkelt kan distribueres dit behovet/omsetting til enhver tid er størst, samtidig som man sparer skatter og avgifter ved at strømmen går rett fra kraftverket til elektrolysør. Videre vil det trolig være enkelt å utvide hydrogenproduksjonen etter hvert som behovet øker.

Litt avhengig av typografi og veistandard kan regionen for distribuert hydrogen variere noe i størrelse, men i de fleste tilfeller vil det trolig være snakk om avstander som tur-retur kan tilbakelegges i løpet av en normal arbeidsdag. Dette fordi lønnsomheten i business caset vil falle etter hvert som lengden på distribusjonsrutene øker.

Produksjon av hydrogen i stor skala er ikke entydig og flere forhold vil være aktuelle. Tar man utgangspunkt i en 1 MW vannelektrolysør vil denne kunne produsere 500 kg H₂ pr. dag. Distribuert på tradisjonelle «bundles» av stålbeholdere (200 bar, 50 liter) vil det for hvert kg hydrogen som transporteres, kreves ca. 80 kg stål. Det utvikles i dag stadig nye løsninger for effektiv distribusjon av store mengder hydrogen. Videre jobbes det med standarder og regelverk som vil gjøre denne type forretningsmodeller mer lønnsomme. Basert på et nyutviklet konsept kan for eksempel det daglige produksjonsvolumet på 500 kg hydrogen transporteres ved et vektforhold mellom hydrogen og tanksystem til kun ca. 22 kg komposittank pr. kg hydrogen.

Anbefalte tiltak:

Storskala hydrogenproduksjon vil være helt nødvendig når hydrogenøkonomien får skikkelig fotfeste. Videre vil det være avgjørende å kunne vise til et garantert lavt CO₂ fotavtrykk, som for vannkraft. Selv om det kan synes unødvendig med høy produksjonskapasitet av hydrogen i dagens marked tyder alle beregninger på at det er ved større volumer det er mulig å oppnå fortjeneste. Så langt er det personbilen, gaffeltrucker og et fåtall busser som har generert en viss etterspørsel etter hydrogen i transportsektoren. I årene fremover kommer de tyngre applikasjonene som (taxi-)flåter, vare- og lastebiler, langtransport, tog og skip. Ja, trolig også fly. Det er derfor viktig at man allerede nå gjennom kommunale/fylkeskommunale/regionale initiativ støtter og tilrettelegger for opprettelse av pilotprosjekter i den hensikt å bane vei for storskala produksjon og distribusjon av hydrogen. I ØKS-regionen finnes det markedsledende utviklere og leverandører av både vannelektrolysører og lette komposittanker for lagring og transport av gasser under trykk. På nasjonalt og internasjonalt nivå er det viktig å etablere et omforent lovverk som sikrer kostnadseffektiv distribusjon av hydrogen.

Case 2 - Småskala hydrogenproduksjon fra småkraft

Småkraftverk er her klassifisert som kraftverk med en effekt på 1–10 MW. Det er flere småkraftverk både i Norge og Sverige som er aktuelle for å produsere hydrogen i tillegg til strøm. Utfordringen til småkraftverkene, som de fleste kraftverk basert på fornybar energi, er at naturressursen må høstes når den er tilstede, og ikke når det er behov for kraften. Dette gir en mismatch mellom produksjon og etterspørsel og dårlig utnyttelse av installert effekt. Ved å kombinere strømproduksjon med produksjon av hydrogen kan man øke belegget betydelig idet overskuddskraft kan lagres i form av hydrogen. I tillegg vil man i dagens marked typisk få 4-6 ganger så mye for kraften om man selger den som hydrogen som om man selger den som strøm.

Småkraftverk finnes spredt rundt omkring og representerer således en interessant måte å produsere hydrogen lokalt, spesielt i områder hvor det er begrenset omsetning av hydrogen. Det kan spesielt være i en oppbyggingsfase, der man starter med lave produksjonsvolumer og så øker kapasiteten etter hvert.

Som for storskala caset ovenfor vil produksjon av hydrogen via vannelektrolyse direkte ved kraftstasjonen sikre et lavt CO₂ fotavtrykk og ingen diskusjon om kraftmiks. Videre sparer man skatter og avgifter ved at strømmen går rett fra kraftverket til elektrolysør. Da strøm er viktigste kostnadselement er dette viktig for å bedre forretningsmodellen.

Utfordringen ligger i å finne de rette forutsetningene for et drivverdig business case. For mange småkraftverk vil kraftproduksjonen variere over året. I noen perioder vil man

kunne ha liten eller ingen hydrogenproduksjon. For mange småkrafteier vil derfor lønnsomheten for hydrogenproduksjon blant annet variere med vannføring, elektrisitetspris, avtale med fyllestasjon, andre kontrakter og utvikling av hydrogenmarked.

Anbefalte tiltak:

Distribuert småskala vannelektrolyse basert på småkrefteanlegg kan være konkurransedyktige med andre alternativer i dag, men må ned i pris dersom de skal kunne konkurrere med større anlegg som vil bli mer lønnsomme etter hvert som etterspørselen øker. Småskala hydrogenproduksjon fra småkraftverk har således en gylden mulighet til å etablere seg nå mens markedet for hydrogen som energibærer er i en startfase. Hydrogenproduksjon fra mindre småkraftverk vil imidlertid kreve investeringsstøtte, og trolig også noe driftsstøtte i tidlig fase. I mange tilfeller vil imidlertid en småkraftløsning være det mest bærekraftige alternativet både for en infrastrukturutbygging og lokalsamfunnet.

Case 3 - Lagring av vindkraft som metan via hydrogen

Vindkraft er en flyktig ressurs som effektivt kan utnyttes i el-nettet i det ene øyeblikket, men som kan skape store problemer med balansen i nettet i det neste øyeblikket. Andelen fornybar energi i det danske el-nettet nærmer seg nå 30 %. Dette er en så høy andel at det er aktuelt for å fatte tiltak i den hensikt å stabilisere nettet ved overproduksjon av fornybar energi. Hydrogenproduksjon via vannelektrolyse kan bidra til dette.

Samtidig som produksjon av biogass i Danmark øker raskt har Energistyrelsen besluttet at fra 2035 skal all biogass oppgraderes og tilføres naturgassnettet. Videre skal fra 2050 all naturgass være erstattet med oppgradert biogass.

Biogass, som består av ca. 65 % metan (CH_4) og 35 % CO_2 , kan ved såkalt 1. generasjonsoppgradering tilføres naturgassnettet etter fjerning av CO_2 . Biogassen kan også tilføres naturgassnettet etter såkalt 2. generasjonsoppgradering hvor man lar biogassen reagere med hydrogen under dannelse av metan og vann (Sabatierprosessen). På denne måten kan det danske naturgassnettet, som kan lagre flere måneders gassforbruk, anvendes for sesonglagring av fornybar energi som vindkraft.

Anbefalte tiltak:

Både vindkraften og storskala vannelektrolyse er så velutbygget og velutviklet teknologi at overskuddskraft med fordel kan anvendes til hydrogenproduksjon via vannelektrolyse. Katalytisk rensing og 2. generasjonsoppgradering av biogass er imidlertid på et industrielt utviklingsstadium. Videre vil det ta tid før driftssikre fullskala 2. generasjons oppgraderingsanlegg er klare til drift.

Utnyttelse av vindkraft til hydrogenproduksjon, stabilisering av el-nettet, oppgradering av biogass samt energilagring i eksisterende naturgassinfrastruktur er et meget attraktiv business case. Det langsiktige perspektivet kombinert med samfunnsnyttens tilsier at regulerende myndigheter bør anbefale støtte-/insentivordninger for kommersialisering av denne typen anlegg.

Case 4 og Case 13 - Hydrogenproduksjon fra solkraft og effekt av lav elavgift for hydrogenproduksjon

Utnyttelse av solkraft til hydrogenproduksjon i Scandinavia er en relativ ny tanke som ikke desto mindre har funnet sin anvendelse blant annet ved hydrogenstasjon på Kjørbo i Sandvika (langs E18 sør for Oslo), ASKO's distribusjonsanlegg i Trondheim, samt i Mariestad (langs E20 mellom Stockholm og Göteborg) hvor også on-site PV/H₂ er i ferd med å bli implementert.

Ved Kjørbo kommer kraften til hydrogenproduksjonen for en stor del fra solcellene på taket av et nærliggende Powerhouse. Strømforsyningen til hydrogenstasjonen er koplet mot transformatorene på «innsiden» av det lokale strømmettet til Kjørbo-parken, og er dermed uavhengig av distriktets lokale netteier/operatør. Dette er et viktig element i business caset siden man sparer skatter og avgifter ved at strømmen går rett fra «kraftverket» til elektrolysør. Videre, om man ser på strøm-spenningskarakteristikken til en bipolar elektrolysør vs. PV-celler synes disse å passe sammen som «hånd i hanske». Det er derfor en fascinerende idé å direktekoble PV-celler og en bipolar elektrolysør on-site.

I Norge opererer man med tre ulike satser på elavgiften; normal sats på 16 øre/kWh, lav sats på 0,48 øre/kWh, samt fritak for elavgift (gjelder kun spesielle bruksområder som noe industri, trikk og tog). Industriell elektrolyse av hydrogen, inkludert vannelektrolyse av hydrogen på hydrogenstasjoner for transport, har lav sats. Det betyr at en hydrogenstasjon betaler 0,48 øre/kWh i stedet for 16 øre/kWh. Beregninger viser at dersom man legger til grunn en kontinuerlig hydrogenproduksjon på 200 kg hydrogen pr. dag ved hydrogenstasjonen på Kjørbo vil effekten av lav sats utgjøre en avgiftsfordel ved full drift ca. 0,5 MNOK/år. Sett opp mot de totale strømkostnadene er effekten av lav elavgift på hydrogenproduksjonen at energikostnaden ved hydrogenstasjonen på Kjørbo reduseres med ca. 25 %.

Anbefalte tiltak:

On-site PV/H₂-anlegg er fortsatt en meget kostbar løsning som trolig først vil komme til mer utstrakt anvendelse når kostnadene kommer ytterligere ned. I tillegg til innkjøpskostnadene er lønnsomheten i forretningsmodellen avhengig av at strømmen fra solcellene er koblet direkte til elektrolysør slik at man sparer nettavgift og avgifter til staten. Om man ikke kommer utenom nettoperatorene, er det trolig verdt å gå i dialog med den lokale netteieren i og med at nettavgiften (som gjerne både er sesongavhengig og en rekke andre forhold) trolig vil utgjøre den dominerende delen avgiftene. Gitt eksemplet med Kjørbo-stasjonen utgjør elavgiften i seg selv (gitt lav sats) ca. 16 kNOK/år.

Case 5 - Hydrogenproduksjon fra reformering av biogass

ZEG-teknologien (ZEG® - Zero Emission Gas) er en unik teknologi for samtidig produksjon av elektrisk kraft og hydrogen fra hydrokarboner med integrert CO₂-fangst. Teknologien baserer seg på produksjon av elektrisk kraft via høytemperatur brenselceller samtidig som spillvarme fra brenselcellene brukes til å produsere hydrogen i en modifisert reformeringsreaksjon der alle typer karbonbaserte gasser kan brukes som råstoff. En avart av ZEG-teknologien der biomasse brukes som råstoff kalles BioZEG. BioZEG muliggjør en miljøvennlig og kostnadseffektiv utnyttelse av biogass til

energiformål og kan bidra til sikker distribuert fornybar energiforsyning. Teknologien er særlig godt egnet for integrerte, industrielle applikasjoner og kunder som har behov for kraft (strøm, varme) og hydrogen. Dersom bruk av CO₂ i tillegg kan være en del av en større industriprosess, vil dette gi et positivt klimabidrag – med andre ord: karbonnegativ energiproduksjon. Avhengig av anleggets størrelse og utforming viser teknisk-økonomiske studier et potensial for en totalvirkningsgrad på opptil 70-80 % selv når man inkluderer CO₂-fangst. Et state-of-the-art gasskraftverk har til sammenligning en virkningsgrad på ca. 60 % som reduseres til 50 % dersom det inkluderes et amineranlegg for CO₂-fangst.

Anbefalte tiltak:

Teknologien (et BioZEG-anlegg) er testet i et 50 kW pilotanlegg med gode resultater og alle de kritiske elementene i ZEG-teknologien er verifisert. Oppnådde resultater er brukt videre for optimalisering av prosessen og utvikling av et systemdesign for et anlegg i skala 400-700 kW. Samarbeid med etablerte industrielle aktører sikrer state-of-the-art løsninger for alle kritiske komponenter, og det er vist at det er mulig å bygge anlegg med liten teknisk risiko. Med utsikter til karbonnegativ energiproduksjon basert på biomasse bør miljøbevisste statlige og private aktører ha interesse av å bidra til at denne teknologien tas videre i større skala.

Case 6 - Hydrogen som biprodukt fra industrien

Eftersom flere anleggninger av denna typ ligger nära motorvägsstråken är de attraktiva placeringar för vätgastankstationer, och rent finansiellt ökar det möjligheterna att få stöd genom t ex EU-programmet Connecting Europe Facility (CEF) då de ligger längs de prioriterade transportkorridorerna som går genom Europa. Därigenom kan upp till 50 % fås i stöd. I flera anläggningar används vätgasen direkt in i andra processer istället för att släppas ut. Detta ger hög användningsgrad av energi, men låg användningsgrad av exergi (då högvärd energi används till lågvärd förbrukning). Samtidigt gör förbränning av vätgas att incitamenten av energieffektivisering i byggnader minskar eftersom användning av biproduktvätgas inte ger någon merkostnad. Det går antingen att tanka vätgasen direkt i fordon, vilket ger hög avkastning per kilo vätgas som säljs men initialt låga volymer, eller att använda en bränslecell på plats. Det senare gör att all vätgas kan användas redan från början, men lägre avkastning fås per kilo vätgas, då priset för el som tillverkas till den egna processen enbart reducerar elanvändning, vilken är billigare än fordonsbränsle.

Det finns dock flera sådana bränslecellsinstallationer vid klor/klorat-tillverkning i världen som levererar el och värme. I detta fall kan värmen från bränslecellen användas till att värma upp lokaler, vilket förbränning av vätgas används till idag. Det går självklart att kombinera dessa två alternativ; installera en stationär bränslecell som ger el och värme till anläggningen och samtidigt koppla till en vätgastankstation på den renade vätgasström som också går till den stationära bränslecellen. Detta kombinerat med energieffektivisering i lokalerna bör leda till en initialt hög användning av vätgas på ett effektivt sätt, samtidigt som mer och mer vätgas kan användas till tankstationen i takt med att efterfrågan ökar. Detta möjliggör även att fordon i verksamheten tankas med vätgas på plats till ett lågt pris, vilket ger såväl exponering för miljöarbete som minskade totala utsläpp från verksamheten. Störst affärsmässig nytta med att använda biproduktvätgas som fordonsbränsle finns i ett relativt utvecklat stadium där en stor mängd vätgas efterfrågas, eftersom det är först då som produktionskostnad av vätgas

blir en stor del av kostnaderna för att tillhandahålla bränslet. Detta beror på relativt höga investeringskostnader i vätgastankstation och servicekostnader (Se kommentar nedenfor).

Det faktum att det är ett fåtal stora industrianläggningar som producerar stora mängder vätgas gör att det i exempelvis Stenungssund inte är tillräckligt med bara en tankstation för att distribuera hela mängden vätgas, som kan uppgå till 300 000 bilar användande. För att kunna utnyttja vätgasen fullt ut krävs därför effektiva transportlösningar, exempelvis med högre tryck i tankar som visas i Case #11, eller i flytande form. I flytande form är fördelarna högst om fordonet lagrar flytande vätgas ombord, vilket är mest aktuellt i lastbilar för långväga trafik eller i maritima applikationer, men även i flyg. I båda dessa behövs en beräkningsbar mängd bränsle och att utrymmet ombord för bränsle är begränsat. En terminal för flytande transport av vätgas baserad i Stenungssund kunde vara ett alternativ, då det ligger längs E6 mellan Göteborg och Oslo, samt har en hamn där annan gas hanteras idag. Det vore även möjligt att exportera flytande vätgas, något blanda annat Norge och Japan undersöker. För att nå lönsamhet i användning till sjöss och i lastbilar behövs också styrmedel som driver uppmuntrar nollemission. Ett alternativ till flytande vätgas för storskaliga transporter av energi beskrivs i nästa case; metanol.

Kostnaderna kan delas upp i följande poster:

- Rördragning och tillstånd
- Rening
- Transport/distribution
- Tankningsanläggning CAPEX och OPEX
- Stationär bränslecell med kringarbeten
- Energieffektiviseringar eftersom vätgasen inte kan användas för lokaluppvärmning längre
- Processförändring för att använda annan värmekälla än vätgas i intilliggande processer

Den enklaste vägen att gå för att ersätta vätgas i de processer där den bränns är att använda metan i form av natur- eller biogas. Detta kan dock ha en negativ miljöpåverkan, varför processen i helhet kan behöva ses över för att den totala miljöpåverkan av den föreslagna åtgärden ska bli så låg som möjligt. Det kan vara miljömässigt fördelaktigt att ersätta vätgasen med naturgas i processen för att kunna använda vätgas i fordon, men det behöver undersökas.

De rekommenderade åtgärderna är alltså följande:

För mindre anläggningar: Installera en stationär bränslecell kombinerad med en vätgastankstation. Detta kombinerar hög avsättning genom bränslecellen med en ökande omsättning och högre priser på försäljning till fordon.

För större anläggningar: Undersöka om det finns en tillräckligt stor potentiell kund av flytande vätgas eller metanol för att motivera en investering i förvätskningsutrustning, alternativt undersöka vilken kostnad som är förenad med transport i komprimerad form till andra tankstationer.

Case 7 - Produksjon av hydrogen og metanol

Eftersom metanol redan idag är en handelsvara med omfattande distribution och användning finns goda möjligheter till avsättning av hela produktionen. Idag är metanol näst ammoniakframställning den största användningen för vätgas. Omvandlingen till metanol ger däremot en verkningsgradsförlust jämfört med att använda vätgas direkt, vilket gör det mest intressant antingen för att öka avsättningen av vätgas eller när det annars är svårt att transportera vätgas eller göra den flytande.

Vid tillverkning av större volymer av vätgas finns i princip två alternativ för transport om inte pipeline kan användas; flytande eller i en kemisk förening som i metanolfallet. Däremot kan det större antalet potentiella kunder göra att metanol vid fler platser kan vara ett ekonomiskt alternativ. Flytande vätgas kräver även relativt stora volymer medan metanol möjligtvis går att få ekonomi i även i något mindre volym. Det kan finnas en stor nytta i att till en början producera stora volymer metanol för affärsfördelarna innan vätgas blivit omfattande som transportbränsle, kombinerat med att även i ett inledningsskede tillhandahålla vätgas i trycksatt form för transport. När det gäller såväl flytande väte som metanol krävs att kunden ser ett mervärde i att produkten är förnybar för att ett affärscase ska bli realiserbart.

Priset för fossil metanol i Europa är ungefär 380 EUR/MT²⁴, vilket omräknat med 19,7 MJ/kg ger 0,069 EUR eller 0,73 SEK per kWh. Detta motsvarar energimässigt ett vätgaspris på 24 SEK/kg. En tankstation för vätgas säljer i nuläget för runt 80 SEK/kg, så prisskillnaden mellan att sälja metanol respektive vätgas är betydande. Det ska dock tas i beaktande att metanolpriset bygger på större försäljningsvolymer, men i caset ovan görs det också i den tilltänkta applikationen. Detta är bara priset per kWh för respektive bränsle i två olika kundgrupper och kan inte användas till annat än att jämföra just det. Om exempelvis metanolen sedan används som fordonsbränsle i en förbränningsmotor blir verkningsgraden betydligt sämre än för en vätgasbränslecell.

De rekommenderade åtgärderna är därför följande:

För storskaliga anläggningar för vätgasproduktion kan metanol ge betydligt större omsättning, därför är det intressant att undersöka affärsmässigheten vid dessa fall. För varje sådan anläggning bör övervägas att även leverera vätgas, antingen i komprimerad form över kortare avstånd, eller flytande form över längre sådana, då denna i transportsektorn har ett högre försäljningspris.

Case 9 - Distribuerat småskaligt energilager i vätgas

Det är idag inte billigare att vara oinkopplad än kopplad till elnätet. Det kan däremot vara intressant rent ekonomiskt där reservkraft behövs (då elnätet kan vara reservkraft och anläggningen primärkraft) eller där det även finns nytta av syrgas, i sjukhus exempelvis. Elnätsavgifterna i Sverige har ökat betydligt, vilket kan driva på utvecklingen åt detta håll, men beroende på ny reglering är det inte säkert att det fortsätter i samma takt.

I och med att mycket reglerkraft finns tillgängligt i Sverige och Norge är det samhällsekonomiskt rimligt att elnätet generellt hanterar effektförfrågan och hushållen

²⁴ <https://www.methanex.com/our-business/pricing>

producerar energi efter exempelvis solens instrålning. Däremot skulle detta minska intäkterna för elbolagen om inte ett högre pris sattes på denna el, vilket gör att det kan bli dyrare med den effektreglerande kraften. En fördel kan däremot vara om detta genom ökad effekt i elnätsanslutningar till grannländer bidrar till ökad export av el till länder med stor andel fossil produktion.

Störst affärspotential ligger i länder med mindre utvecklat elnät, såsom Sydafrika där el kopplas bort från förbrukare regelbundet i så kallad «load shedding». För svenska förhållanden finns det tre förutsättningsförändringar som kan göra det ekonomiskt att inte vara inkopplad på elnätet:

1. Sjunkande priser på bränsleceller, elektrolysörer och vätgastankar
2. Större volymer av standardiserade anläggningar ger lägre priser på energilagringssystem
3. Elnätbolagen fortsätter ändra sin avgiftstruktur på ett sätt som premierar frikoppling istället för att använda elnätet för balanskraft/effektbidskott

Case 10 - Storskala lagring av hydrogen

Lagring i sig är inte ett affärsområde, men det finns intressanta affärsmodeller kopplade till det inom flera områden. Kostnaden för själva lagret kan göras relativt låg, så jämfört med energilager i exempelvis batterier är inlagrings- och uttagskapacitet relativt dyr, medan lagrad energimängd blir billig. För ett lager där syftet är att el sedan ska matas ut på nätet för att stabilisera varierande produktion och konsumtion är det rimligt att kombinera batteri och vätgaslager, där batteri tar hand om variationer i storleksordningen minuter till fåtal timmar och vätgaslagret hanterar allt därifrån och upp till säsongslager.

Vätgasens styrka är möjligheten att lagra mycket stora mängder energi. Affärsmässigt gör en sådan kombination att det går att tjäna pengar dels på effektreglering med höga effekter, och samtidigt dra nytta av prisskillnader mellan årstider. I lagringstid ligger samtliga andra affärsmodeller för ellagring mellan dessa, vilket gör ett sådant energilager affärsmässigt fullkomligt. Det kan också vara möjligt att använda inlagrad vätgas genom billiga turbiner för att fungera som effektreserv, där Svenska Kraftnät lägger över allt större ansvar på nätägarna.

I och med att industrin blir allt mer intresserad av att använda stora mängder vätgas för att bli fossilfria, exempelvis genom projektet Hybrit där kol ersätts med vätgas för att reducera järnmalm, ökar möjligheten att använda den som buffert i elnätet. Därmed kan en affärsmodell bestå av dels att sälja vätgas till industrin, dels till elnätet och transportsektorn. I Hybrit har metallklädda bergrum föreslagits som lagringsutrymme för vätgasen, vilka kan göras tillgängliga på många platser och därmed effektivt balansera elnätet och leverera vätgas till fordon och industri.

Rekommendationer blir därför att undersöka lagringsmöjligheterna utifrån de förutsättningar som finns lokalt där en affärsmöjlighet ska realiseras, så att en så effektiv kombination av effekt och energi som möjligt kan uppnås.

Case 12 - Bruk av oksygen

I dette sammenheng ses syrgas som en biprodukt, men eftersom distribution av gas er en relativt stor kostnad bør det overveies at plassere en anleggning så til at syrgasen ikke behøver flyttes mer enn vad som er rimlig med pipeline. Det ska dock næmnes at inntakerna från den mycket rena syrgas som fås från elektrolys kan oppgå til liknande summer som vätgasen under förutsättning att rätt kund hittas. Ett sådant exempel är elektroniktillverkning där tillräcklig syrgasrenhet generellt oppnås genom kryodestillering som är betydligt dyrare än den luftseparering som används til bland annat sjukhus.

Kostnadsspridningen för syrgas inom medisinsk bruk är stor; 8,5 til 400 SEK/kg för gasformigt syre och 1,8 SEK/kg för flytande syre. De større kunderna väljer därför når så är möjligt flytande syre. Når det gäller at nyttja den syrgas som oppstår vid vätgasproduksjon er det derfor viktig at i første hand rikta in sig där betalningsviljan er relativt hög, det vill säga där volumerna og transportavstandet er ugunnsamt for at transportere in syre. For varje kilo vätgas som produceras kan den mängd syrgas som bildas som biprodukt (enligt priserna ovan från Västra Götalandsregionen) säljas til ett pris av 47-2250 SEK/kg i gasform, eller 14 SEK/kg i flytande form. Prisspannet för gasformigt syre viser at distributionen er den stora delen av kostnaden for luftseparert syre.

Om tilstandskostnaden på 400 kSEK, slås ut över anleggningens livslängd på ungefär 20 år og läggs sammen med tilverkningstilstandet blir det årlige kostnaden 50 kSEK per år for at kunne använda syrgasen medisinsk. Om dette stilles mot priset på gasformigt syre behøver mellom 125 og 5900 kg²⁵ syre säljas per år for at tåke dessa kostnader. Dette motsvarer en försäljning av 15-730 kg vätgas per år. Det er idag få vätgasstasjoner for personbiler som klarer at fylle mer enn 1000 kg/dygn, så det er ikke givet at det lønar sig at ta hand om syrgasen til medisinsk bruk om avsetningen for vätgas er til en tankstasjon for personbiler. Om dæremot tankstasjonen används även for andre fordonstyper eller om vätgasen distribueras til andre tanksasjoner kan det vara interessant även om den lägre prisnivå for syrgas antas.

I det högre syreprisintervallet er det alltså interessant at ta hand om syrgasen även om det bara handlar om en liten vätgastanksasjon for ett tiotal fordon.

I Västra Götalandsregionen används motsvarande 40 ton syrgas per år, vilket er den biproduktmängd som bildas vid produksjonen av 5 ton väte. I ett utbyggt system av vätgastankstasjoner kommer det alltså finnas betydligt mer biproduktsyre än vad det finns behov av for medisinsk bruk. Dæremot kan det göra stor skillnad for de første tankstasjonerna at kunne räkna in inntakter från syre i sin affärsmodell. Det finns även andre områder där stora mängder syre används eller kan användas, vilka bör utredas videre.

Rekommendation:

Utgå från faktiskte siffrer i det aktuelle fallet for den spesifikke syreforbrukeren og gør beregninger utifrån faktisk vätgasproduksjon, eftersom det generelle kostnadsspannet

²⁵ 50000/400 resp. 50000/ 8.5

är stort, men både den övre och lägre prisgränsen för syre är ekonomiskt realiserbar under rätt förutsättningar.

6.2 Behov av bilar vid en tankstation - ett räkneexempel

Projektet Blue Move inhämtade prisuppgifter för en ny vätgastankstation i Malmöområdet. De uppgifter som lämnades av leverantörer gällde en tankstation med en 80 kg H₂/dygn elektrolysör. Denna storlek används här i ett räkneexempel för att åskådliggöra vilket behov av bilar som finns för att skapa tillräcklig efterfrågan vid en tankstation för att en investering ska vara lönsam. De tankstationer som byggs av kommersiella aktörer är dock större med en typisk fyllkapacitet på 200-400 kg H₂/dygn där vätgasen produceras på plats med elektrolysör eller levereras dit.

Räkneexemplet är genomfört med affärsmodellsverktyget HIBIT²⁶ utvecklat av konsultföretaget Infram på uppdrag av projektet HIT-2 Corridors samt det nederländska departementet för infrastruktur och miljö²⁷. HIBIT kan användas för att analysera en mängd finansiella nyckeltal och hur olika typer av styrmedel kan användas. För räkneexemplet har många defaultvärden i HIBIT använts. Andra viktiga indata syns i Tabell 5. Hela investeringen uppgår till 15 miljoner SEK där 1 miljon SEK går till markförberedelser och installation.

Tabell 5: Sammanställning av indata till räkneexemplet

	Värde	Enhet	Notering
Kapacitet	80	kg H ₂ /dygn	
Maximal användningsgrad	85	% av kapaciteten	En tankstation används inte till 100 %
Investering	15	miljoner SEK	För tankstation, elektrolysör, markförberedelser och installation
Livslängd	15	år	Återinvestering på 75 % efter 15 år
Underhåll och drift	200 000	SEK/år	
Elanvändning	60	kWh/kg H ₂	
Elkostnad	0,4	SEK/kWh	
H ₂ -pris vid pump	100	SEK/kg H ₂	Paritet med km-kostnad för fossil bil
Användning per bil	0,0095	kg H ₂ /km	
Genomsnittlig körsträcka för personbil i Sverige	12 000	km/år	Uppgift från Trafikanalys ¹
Genomsnittlig körsträcka för taxibil i svensk storstad	100 000	km/år	Uppgift från projektet Elbilstaxi ²

¹) <https://www.trafa.se/vagtrafik/korstrackor/>

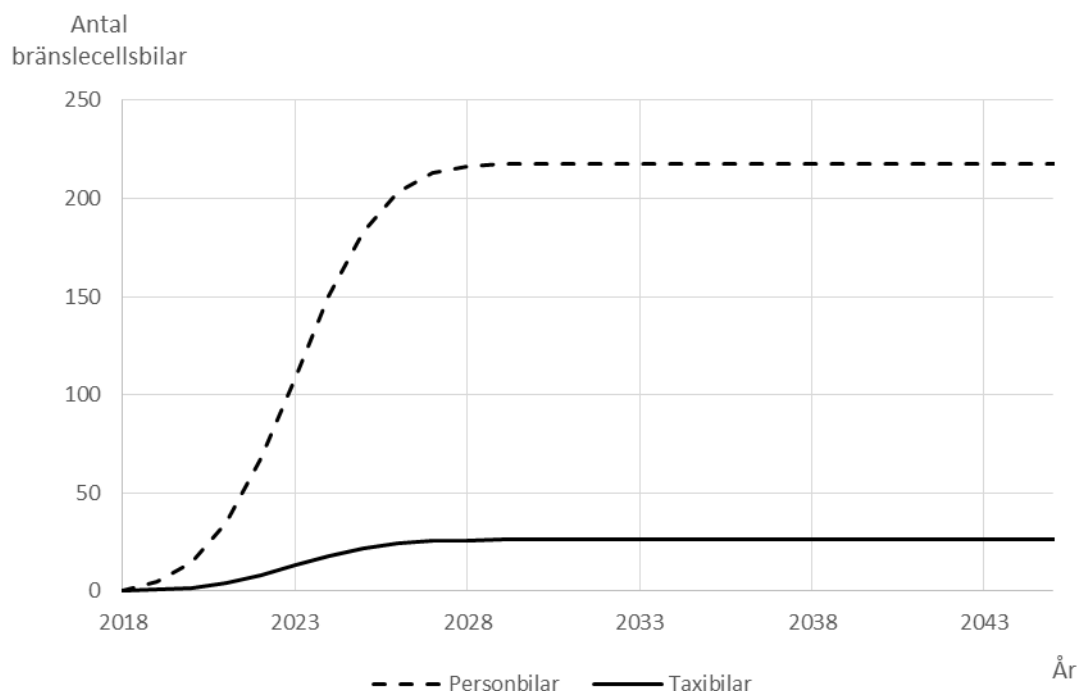
²) http://www.sust.se/wp-content/uploads/2018/01/elbilstaxifolder_webb.pdf

I HIBIT finns möjlighet att justera efterfrågan dels genom att ange med vilken lutning som efterfrågan växer till sin maximala nivå (som motsvaras av kapaciteten multiplicerat med maximal användningsgrad), dels genom att ange på vilken nivå efterfrågan ska börja vid investering. I räkneexemplet har den högsta lutningen för efterfrågetillväxten i HIBIT antagits. Efterfrågan har antagits börja vid en nivå som motsvarar användningen för sex bränslecellsbilar i personbilstrafik i Sverige. Med dessa antagande om efterfrågan på vätgas ökar antalet bilar enligt Figur 16. Den streckade

²⁶ <https://rwsenvironment.eu/subjects/sustainable-mobility/international/hydrogen-transport/>

²⁷ <https://www.infram.nl/projects/business-case-toolbox.html>

linjen visar antalet bilar om efterfrågan möts av enbart personbilar, med en vätgasanvändning per bil på 114 kg H₂/år. Den heldragna linjen visar antalet bilar om efterfrågan möts av enbart taxibilar, med en vätgasanvändning per bil på 950 kg H₂/år.



Figur 16: Ökning av antalet bränslecellsbilar i räkneexemplet.

Med de antaganden som anges ovan blir återbetalningstiden för investeringen 24 år utan något stöd från det offentliga. Detta motsvarar slutsatserna om små och tillfälliga stationer, i Kapitel 6.4. Med ett investeringsstöd på 50 %, vilket är vanligt för tankstationer som tillkommer med stöd från EU, blir återbetalningstiden för investeringen 11 år. För att en investering i en tankstation ska bli av krävs långsiktighet hos inblandade aktörer med antagande om att antalet bilar kommer öka samt någon form av offentligt stöd. Förutom investeringsstöd behövs arbete för att öka efterfrågan på vätgas. Fokus bör vara på att få ut bränslecellsbilar till kunder som kör mycket såsom taxiföretag. Ett stöd till driften innan tankstationen har nått tillräckligt antal kunder för att kostnader för drift och underhåll, för vätgasproduktion och för kapital ska vara täckta kan också vara relevant.

Om antalet bränslecellsbilar som motsvarar efterfrågan i räkneexemplet vid maximal användning ersätter bensin- och dieslbilar till lika stor del blir den årliga samhällsekonomiska besparingen tack vare minskade utsläpp av CO₂ 560 000 SEK. Den samhällsekonomiska besparingen tack vare minskade utsläpp av luftföroreningar blir 340 000 SEK²⁸. Offentliga stöd till vätgastankstationer och bränslecellsbilar som motsvarar strax under 1 miljon SEK per år kan därmed motiveras.

²⁸ Beräkningarna är gjorda med antaganden om externa kostnader för tätort enligt Trafikverkets Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn, <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/analysmetod-och-samhallsekonomiska-kalkylvarder-for-transportsektorn-asek/>

En tankstation som utrustas med dispensrar för både personbilar (700 bar) och för lastbilar och bussar (350 bar) är självklart en möjlighet. De tankstationsaktörer som projektet Blue Move har varit i kontakt med vill av säkerhetsskäl separera personbilar och tung trafik. Därtill saknas i dagsläget utbud av lastbilar.

Slutsatser och rekommendationer:

En koordinerad utrullning av bränslecellsbilar och tankstation är nödvändig. För varje tankstation i Sverige och Norge finns cirka 10 bilar [BLUE MOVE WP5-2]²⁹. Fokus bör därför vara på att få ut så många bränslecellsbilar som möjligt och att dessa bilar används så mycket så möjligt. Användare som likt taxiföretag kör mycket bör prioriteras. Att på ett kreativt sätt hitta andra intäktskällor likt de som nämns i casen i avsnitten ovan kan vara en möjlighet att skapa en mer hållbar affärsmodell. Sametablering av tankstation med andra drivmedel kan minska kostnader för markförberedelser och drift, dock inte till en nivå som förändrar slutsatserna från räkneexemplet ovan.

6.3 Behovsstudie och teknikkartläggning av arbetsmaskiner

Användning av arbetsmaskiner genererar betydande koldioxidutsläpp och lokala luftföroreningar. Genom att använda arbetsmaskiner med batterier och/eller bränsleceller istället för förbränningsmotorer, kan lokala luftföroreningar och klimatpåverkan från dessa maskiner reduceras. Elektrifieringen minskar dessutom problem med buller och vibrationer, vilket bidrar till en förbättrad arbets- och närmiljö.

Kundernas krav förändras och vissa beställare kommer i en relativt snar framtid endast köpa nollemissionsfordon. Exempelvis har många kommuner högt uppsatta miljömål och har som målsättning att vara klimatneutrala och fossilbränslefria år 2030. I rollen som kravställare vid offentlig upphandling kan kommuner och regioner bli mycket viktiga aktörer för att driva på en omställning till fossilbränslefria arbetsmaskiner.

Elektrifiering är på stark frammarsch och utvecklingen går fort, vilket förutom miljövinster medger många andra fördelar, såsom ökad livslängd och minskat antal komponenter. Kostnad och karaktär på servicen på fordonen kommer att förändras. Valet mellan eldrift med batteri eller bränslecell beror av kostnad, vikt och platsbehov för det aktuella energibehovet. Bränslecellsfordon kan tankas snabbt och får en oförändrad prestanda från full till tom tank. Användning av bränsleceller är också platsbesparande jämfört med helelektiska maskiner eftersom inga laddningsstationer krävs.

Det finns på marknaden idag både batterielektriska och bränslecellselektriska arbetsmaskiner. [BLUE MOVE WP5-1] ger en överblick över tillgänglig utrustning men även maskiner i prototyp- och demofas. Både fortsatt teknisk utveckling och en ökad marknadsandel för emissionfria fordon krävs för att kunna uppfylla framtida miljömål. För att nå framgång är det viktigt att beställare och tillverkare möts.

²⁹ Greensight. April 2018 «Potensialet for midlertidige hydrogenfyllestasjoner i Norge och Sverige».

Slutsatser og anbefalinger:

Elektrifisering er ett selvsagt neste steg for arbeidsmaskinerna, vilket är en redan pågående process. Omställningen kan antingen ses besvärande eller som en möjlighet till nya affärer. För att nå framgång är det viktigt att beställare möter tillverkare och leverantörer i lösningar som till en början har en lokal förankring, till exempel kring en tankstation. Det kan vara en byggarbetsplats, hamn, flygplats, kommunal teknisk förvaltning eller annan kommunal funktion (inklusive underleverantörer) eller ett logistikcentrum. Med en kraftigt ökande efterfrågan på fossilbränslefria arbeidsmaskiner finns det goda chanser att ta viktiga marknadsandelar för de tillverkare som väljer att bli föregångare inom teknikutvecklingen. Förutsättningarna är speciellt goda eftersom Skandinavien har leverantörer i världsklass både av arbeidsmaskiner, bränsleceller, elektrolysörer och tanklösningar för vätgas.

Kommuner kan visa sig bli en av nyckelspelarna i omställningen till emissionsfri drift. Drivkraften som skapas av deras mål att bli klimatneutrala bidrar till att utvecklingen påskyndas. Mycket ambitiösa kommuner finns inom ÖKS och Blue Move teamet rekommenderar att fortsätta arbeta med att driva på utvecklingen av arbeidsmaskiner för kommunal drift och för kravställning i kommunal upphandling. Kommunikationen mellan arbeidsmaskinsbranschen och beställarna angående krav på emissionsfri drift i kommunala energiplaner och -strategier är mycket viktig. Blue Move teamet har inom projektet faciliterat ett antal möten mellan bransch och beställare för att matcha ömsesidiga förväntningar och accelerera utveckling. Detta är en funktion vissa av parterna i projektet kan uppfylla även framöver.

6.4 Potensialet for midlertidige hydrogenfyllestasjoner

Greensight³⁰ har på oppdrag fra Interreg ØKS-prosjektet The Blue Move for a Green Economy utarbeidet en mulighetsstudie der potensialet for midlertidige hydrogenfyllestasjoner i Norge og Sverige er belyst. Stasjonene er tenkt som en overgangsordning for å bygge opp en infrastruktur som støtter opp under og utløser et voksende marked for hydrogen til biler og anleggsmaskiner.

Hovedforskjellen mellom en midlertidig- og en permanent hydrogenstasjon er hovedsakelig størrelsen på produksjons- og/eller lagringskapasiteten, det vil si hvor mange kjøretøy stasjonen kan betjene pr. døgn. I tillegg er en midlertidig stasjon tilrettelagt for omplassering.

Studien slår fast at det vil være like høye krav til sikkerhet, uavhengig av om stasjonen er midlertidig eller permanent. Mindre mengder oppbevart hydrogen vil imidlertid kunne gi kortere sikkerhetsavstander enn for permanente stasjoner. Videre antar man at det vil være like høye krav til driftssikkerhet, uavhengig om det er snakk om en midlertidig- eller en permanent hydrogenfyllestasjon. Antall komponenter i en midlertidig hydrogenfyllestasjon vil således være tilnærmet det samme som i en permanent stasjon. Alternativt kan man vurdere nødvendighet av redundans og således redusere kostnadene ved midlertidige stasjoner noe.

³⁰ URL: www.greensight.no.

Markedet for midlertidige stasjoner deles i to hovedkategorier: **markedsbyggerne** og **nullutslippshjelpere**.

Hensikten med **markedsbyggerne** er at de skal plasseres ut strategisk for å bygge opp et hydrogenmarked, og som kan flyttes til et annet sted og erstattes av en større enhet eller permanent stasjon når tilstrekkelig markedstetthet er nådd. I tillegg til at stasjonene skal forsterke et gryende lokalt marked skal markedsbyggerne kunne fungere som rekkeviddeforlengere for gjennomgående trafikk. Kapasiteten på stasjonen avgjøres dermed av det kjente behovet (lokal kjøretøyflåte), og en forventning om potensialet i “drop-in”-markedet. Markedsbyggerne er stasjoner som i de fleste tilfeller kan betjene både personbilmarkedet (700 bar) og ha mulighet til å fylle tyngre kjøretøy (350 bar). Grunnet kundens forventninger til rask tanketid (full tank på 3-5 minutter) leverer markedsbyggerne 700 bar med kjøling.

Nullutslippshjelperne skal dekke et forhåndsbestemt behov på en lokasjon, gjerne over en gitt periode. Dette kan være stasjoner som plasseres på byggeplasser for å legge til rette for nullutslippsmaskiner eller erstatte dieselaggregat. Stasjonen skal dekke behovet til lokal maskinpark men kan også ta høyde for å dekke transport til/fra byggeplass. Andre markeder kan være virksomheter som ønsker å teste hydrogenkjøretøy eller gradvis bygge opp en kjøretøyflåte før de investerer i egen infrastruktur, for eksempel lastebileiere, busselskaper og industribedrifter. Markedet som skal dekkes er primært tyngre kjøretøy. Rene 350 bar-stasjoner ansees som mest relevante, da det i disse tilfellene oftest er behov for å erstatte fossilt drivstoff til tyngre kjøretøy. Behovet er oftest kjent, men kan variere fra sted til sted, for eksempel på byggeplasser.

Konklusjoner og anbefalinger

Mens større stasjoner er lønnsomme gitt tilstrekkelig startvolum og jevn vekst er primærfunksjonen til de mindre midlertidige stasjonene å fungere som katalysator for økt markedsutvikling. Det anbefales derfor å se de midlertidige hydrogenfyllestasjonene som en del av en større forretningsmodell der man søker å gjøre den permanente infrastrukturen mer lønnsom. Små/midlertidige stasjoner *alene* (uten en større plan) anbefales i utgangspunktet ikke.

Det er ikke slik at «one size fits all». Strategi for innkjøp/utbygging av stasjoner er avhengig av markedet det skal betjene og valg av løsning bør gjenspeile dette. Ikke minst er det viktig å ta høyde for sluttbrukernes behov og forventninger ved valg av teknisk løsning. Oppbygging av lokale flåter/faste brukere sikrer et fast marked. Det er således fornuftig både å kartlegge og legge til rette for et lokalt marked/lokale flåter slik at man har faste avtagere og dermed reduserer risikoen i prosjektene.

En oppsummering over de ulike løsningene og strategiene for de ulike markedene som diskuteres i studien er gitt i Tabell 6. Som det fremkommer av Tabell 6 vil det være behov for en høy andel offentlig støtte dersom man ser på små/midlertidige hydrogenstasjoner *alene*. Det viser at det for disse stasjonene er svært viktig å forberede markedet godt før en stasjon etableres. Ved å ha avtale med brukere på plass før etablering kan man sikre et best mulig grunnlag for driften uten å være avhengig av for høy offentlig støtte. Det anbefales derfor som nevnt å se de midlertidige hydrogenfyllestasjonene som en del av en større forretningsmodell der man for

eksempel gjennom avtaler med lokale brukere søker å forsure utbredelsen av hydrogenkjøretøy gjennom flere påfyllingspunkter for derigjennom å gjøre den permanente infrastrukturen mer lønnsom.

Tabell 6: Anbefalte løsninger og strategier for midlertidige hydrogenstasjoner i ulike markeder [BLUE MOVE WP5-2]

	«Markedsbyggere»		«Nullutslippshjelpere»
	Personbil	Tungtransport	Byggeplass
Anbefalt stasjonsløsning¹	700 bar med kjøling	350 bar	350 bar
On-site produksjon eller tilkjørt²	Avhenger av distanse til hydrogenprodusent	Avhenger av distanse til hydrogenprodusent	Tilkjørt (fleksibilitet)
Markedsstrategi	Baseres på lokal flåte av hydrogenkjøretøy med rom for økning lokalt og med hensyn til «drop-in»	• «Rekkevidde» - bygge stasjonsnettverk for tungtransport, for eksempel i samarbeid med sentrale transportaktører • «Base» - for flåter med fast tilholdssted • Sekundærstasjon for personbiler og lette varebiler	• Løsninger med stor fleksibilitet i kapasitet, for å tilpasse behovet på den respektive byggeplass. • Legge til rette for transport til og fra byggeplassen
Kapasitet	Typisk opp til 20 kg (40 biler), avhenger av behovet til lokal flåte	>20 kg	>20 kg
Høy «back-to-back» fyllekapasitet	Viktig	Viktig for stasjoner som skal sørge for rekkevidde	Ikke viktig, kan til en viss grad planlegges
Hva må til for å oppnå lønnsomhet?³	Trenger støtte. Avhengig av valg av løsning trengs betydelig investerings og driftsstøtte. Dispenserløsninger er mest økonomiske, men avhengig av kort distanse til hydrogenprodusent og innkjøpspris for hydrogen.	Trenger støtte. Hovedsakelig til investering men trolig også til drift. Dette forutsetter initielt marked nær produksjonskapasitet. Dispenserløsninger er mest økonomiske, men avhengig av kort distanse til hydrogenprodusent og innkjøpspris for hydrogen.	Avhenger av distanse til hydrogenprodusent og innkjøpspris for hydrogen. Støtte bør vurderes på case-by-case basis.

¹) For en midlertidig hydrogenfyllestasjon, som inkluderer hydrogenproduksjon, vil ekstrakostnaden for å inkludere et kjølesystem, være ca. 1/3 av totalprisen.

²) Stasjonsløsninger uten produksjon anbefales for byggebransjen og stasjoner som ligger mindre enn 100+ km fra hydrogenkilden.

³) Driftsstøtte inkluderer i disse tilfellene ikke nettleie og strømkostnader.

6.5 Tungtransport

Tungtransport er et gryende og spennende felt der hydrogenets høye gravimetriske energiinnhold (energi pr. vekt) kan komme bedre til sin rett enn for de «lettere» transportapplikasjonene.

I studien *Hydrogen i tungtransporten* [GREENSIGHT] ser man på om og når hydrogen-drevne kjøretøy innen tungtransport kan være konkurransedyktig med dagens dieselalternativ. For å komme fram til svaret har man analysert både mulig prisutvikling på hydrogen som drivstoff, og på hydrogen-drevne lastebiler.

I dag bygges det ett titalls hydrogenlastebiler på bestilling, noe som gir store merkostnader. Studien viser at dersom produksjonen økes til 10 000 enheter i året, kan prisen på et hydrogenchassis ligge rundt 1 300 000 NOK. Til sammenlikning vil et tilsvarende dieselchassis koste 1 050 000 NOK. I tillegg kommer de tilpasninger kunden alltid må gjøre for å tilpasse kjøretøyene til deres behov. Med økt etterspørsel vil altså disse kjøretøyene være tilnærmet like kostbare å produsere uavhengig av drivstoffalternativ.

Når det gjelder drivstoffprisen ved bruk av hydrogen er denne regnet ut i forskjellige caser og skalafordeler er illustrert. Blant annet ser man at produksjonskostnaden for hydrogen i ett eksempel i ØKS-regionen går fra ca. 90 NOK ved 50 % utnyttelsesgrad til under 55 NOK ved 100 % utnyttelsesgrad for en stasjon med en 330 kg H₂/døgn elektrolyser (19 % av kostnaden går til inntjening).

I en nasjonal framskriving avhengig av antall kjøretøy i Norge viser [GREENSIGHT] at produksjonsprisen for hydrogen kan falle til i underkant av 35 NOK/kg H₂ ved forbruk tilsvarende 6 400 kjøretøy. Det tilsvarer antall kjøretøy i Transportøkonomisk Institutt [TØI] sin «ultralavutslippsbane» i 2030. En slik prisutvikling er avhengig av en godt planlagt utbygging av infrastruktur som sikrer tilnærmet 100 % utnyttelse. Det er da ikke regnet med investeringsstøtte fra Enova til infrastruktur. Med standard avansnivå for drivstoff og forbruk på 0,09 kg H₂/km tilsvarer denne prisutviklingen en drivstoffkostnad for hydrogen som er på paritet med (eller kanskje til og med rimeligere enn) dagens dieselpraksis. I studien vises det videre til at under gitte forutsetninger og med god utnyttelse av produksjonsanlegget er dette det mulig å få til allerede i dag.

Tatt i betraktning at det er atskillig færre slitedeler forbundet med et hydrogenchassis enn et dieselchassis, og dermed mindre vedlikehold, samt at skalafordelene synes særs gunstig for hydrogenalternativet er dette en tydelig indikasjon på at kostnadene (CAPEX + OPEX) ved hydrogen-drevne lastebiler vil bli lavere enn dagens dieselløsning.

Eksempel

Gitt:

- on-site hydrogenproduksjon på 330 kg H₂ pr. dag (tilsvarende produksjonskapasitet til en C-150; den minste vannelektrolyseren fra det norske selskapet NEL Hydrogen)
- 23 tonns lastebilflåte med en rekkevidde på 350 km pr. tank / 25 kg H₂ pr. tank

Én slik stasjon vil ved optimal utnyttelsesgrad kunne gi 13 lastebiler (330 kg H₂ pr. dag / 25 kg H₂ pr. tank) en radius på 150 km (for eksempel strekningen Oslo-Hamar).

Alternativt kan to stasjoner plassert inntil 350 km fra hverandre betjene 26 lastebiler som kjører/«pendler» imellom disse (for eksempel strekningen Stavanger-Bergen). Ved mindre kjøretøy trengs det naturligvis flere for å oppnå samme effekt.

Anbefaling

Overstående viser hvordan flåter av tyngre/nyttekjøretøy med bestemte kjøremønstre og koordinert utrulling kan gjøre infrastrukturen raskere lønnsom og konkurransedyktig. En måte å tenke infrastrukturbygging på er derfor å satse på stasjoner for tungtrafikk i clusterer eller langs strategiske strekninger. I motsetning til et infrastrukturnettverk med mange stasjoner som gir mer fleksibilitet med hensyn til kjørerute men dyrere drivstoff, kan det på veien mot et landsdekkende nettverk være økonomisk å starte med slike koordinerte initiativ.

7 Veileder for økt satsing på hydrogen til transport

Blue Move har haft som mål att förbereda et underlag för vätgasstrategi i ÖKS regionen. Det finns inte nödvändigtvis brist på strategier för införandet av vätgas som fordonsbränsle, eller för bränslecellsfordon som sådana. Enbart Blue Move-projektgruppen har varit involverad i utvecklingen av flera; lokalt för ambitiösa kommuner, regionala för ledande regioner, provinser och ad hoc-områden, nationella och skandinaviska, nordiska eller europeiska. Med tanke på den senaste tidens snabba tekniska utvecklingen innehåller många av dem element som snabbt verkar föråldrade, men de allmänna skisserna, ambitionerna och de politiska förslagen är för det mesta fortfarande giltiga. Om någon kritik trots allt ska framföras kan det vara att man inte alltid fullt ut förmått att skilja mellan strategi och önskelista, med "allt på en gång, oavsett kostnad" som ett möjligt sätt att beskriva mer än ett av de strategidokument som framtagits.

Utifrån detta såg vi ett begränsat behov och en måttlig aptit för ytterligare strategier. Vi har snarare av politiska beslutsfattare blivit ombedda att identifiera viktiga dealbreakers och att utmana etablerade sanningar när så är lämpligt. Vi prövar här att göra det inom tio områden. Dessa beskrivs kortfattat nedan, som underlag för en fortsatt diskussion. Vidare presenteras en konkret checklista för kommuner på 10 punkt. Kommunerna spelar en viktig roll för att omställa egen fordonsflotta och möjliggöra för företag och boende att göra detsamma.

7.1 Vätgas på vägarna: 10 vägval

1. Kluster före korridorer

EU:s alternativbränsledirektiv fokuserar starkt på utvecklandet av korridorer där det ska gå att tanka vätgas. Det är i linje med tidigare initiativ som Hydrogen Highway i Norge och i Kalifornien. Detta korridorstänk blir säkert mycket relevant för att vätgas ska slå igenom som transportbränsle, men först efter att lokala flottor har uppstått inom utvalda kluster där tillräcklig infrastruktur har byggts upp. Det blir därefter logiskt att låta korridorerna uppstå som ett sätt att förbinda klustren. Industriella synergier och nya arbetstillfällen kan då också lättare uppstå.

2. Individuell bilförsäljning senare - inte först

Flera vätgasprojekt har betonat vikten av att "vanliga människor" eller nybilsköpare ska välja vätgasbilar. De komparativa fördelarna med vätgaslösningen är emellertid mer övertygande för flottor som till exempel taxi eller kommunala bilar, där hög körsträcka och låg acceptans för långa laddningstider gör andra typer av elbilar mindre attraktiva. Det är också mycket lättare för exempelvis taxi att ställa om till vätgas inom en klustermetodik än det är för privatpersoner. När vätgas väl slagit igenom i utvalda segment, kan det lättare slå igenom generellt, eftersom det kommit ut fler fordon, etablerats fler tankstationer och priserna rimligen sjunkit jämfört med om privatpersoner är "first movers".

3. Regionala bussar snarare än lokala

Några kommuner har provat vätgasbussar för stadstrafik som ett första försök med utsläppsfria bussar. Eftersom batteritekniken har utvecklats ser vi att vissa städer med välutvecklade kraftnät väljer batteridrivna bussar för stadstrafik och vätgasbussar för regionala rutter. Oslo-Akershus är ett exempel. Vätgas ger tydligare fördelar när avstånden är längre än vad som kan täckas genom snabb laddning vid slutstationer eller en nattlig laddning av bussarna. Eftersom det finns begränsat med kommersiellt tillgängliga vätgasbussar för regionala rutter, kräver denna insikt stöd för marknadsutveckling.

4. Där elnätet är svagt snarare än starkt

Vid byte till mer intermittent elproduktion kommer kraven på elnätet att bli högre och inte alla delar av de nordiska länderna är redo för detta. Om nätet är bristfälligt är vätgasens balanseringspotential särskilt intressant, vilket alltifrån storstäder som London till väl avgränsade områden som norska Svalbard och svenska Gotland kan vara exempel på.

5. Städer snarare än stater

EU betonar medlemsstaternas roll i omställningen bland annat genom alternativbränslestrategin, där regioners och städers roll knappt alls finns med. Men utvecklingen visar att det är städer eller kommuner som är pådrivande i omställningen till vätgas, ofta i nära samverkan med det lokala näringslivet. En starkare betoning av städer underlättar också samarbeten dem emellan, i regionala kluster över nationsgränserna.

6. Sakta slår ibland snabbare

En viktig del av bränslecellsfordonets fördel jämfört med batterielfordon ofta är den snabba tanktiden, men en längre tankningstid för vätgas kan vara acceptabel i specifika tillämpningar. Eftersom det höga bränsletrycket är en stark kostnadsdrivare, inte minst

för kylningsbehovet, kan kostnaderna minskas där en tankningstid på uppemot 45 minuter kan godtas. Detta kan vara fallet till exempel för byggsektorn, vars fordon kan tankas under lunch, och för kollektivtrafik, där många gasbussar redan fylls på natten vid lågt tryck.

7. Som en del av BEV - inte i stället för

FCEV:s och BEV:s ses ofta som konkurrenter, men bränslecellen kan också ses som ett sätt att hjälpa BEV:s att vara mer relevanta i tillämpningar där den långa laddningstiden och den begränsade räckvidden annars upplevs som ett hinder. Med bränsleceller som räckviddsförlängare kan både mindre transportfordon och tunga lastbilar elektrifieras och behovet av tunga och miljömässigt tvivelaktiga stora batterier kan minskas.

8. Där elektrifiering inte är meningsfull

Inom järnvägssektorn har hittills tåglinjer antingen elektrifierats eller körts på diesel. Det är miljömässigt nödvändigt att elektrifiera fler tåglinjer, men det kommer ofta inte vara ekonomiskt rimligt, och i vissa områden är elektrifiering svårt av geografiska skäl. Med vätgas kan tåget bli utsläppsfritt utan behov av elektrifiering, och samma tåg kan användas både på elektrifierade och andra banor.

9. Som ett sätt att exportera el och skapa affärsutveckling

Flera länder, däribland Sverige och Danmark, har stora och ökande andelar intermittent el från sol, vind och i viss mån vattenkraft. Därtill har nu blant anna Sverige en elproduktion som på årsbasis överstiger förbrukningen. Eftersom elnätet mellan länder fortfarande är ganska dåligt utvecklat, med stor motstånd från många EU-länder till EU-kommissionens upprepade efterfrågan av ökad överföringskapacitet, måste el lagras. Om elen lagras i vätgas, kan den också lätt exporteras. Det är då också möjligt att producera metanol eller ammoniak för export. Klimatnyttan kan vara stor om elen exporteras till länder med höga utsläppsnivåer, såsom Polen.

10. Var åtgärden är, snarare än där Excel-filen vill att den ska vara

Vätgas som transportbränsle är nu ganska väl etablerat inom vissa delar av Norden, men obefintligt i andra. I Norge är tillgängligheten bäst i Oslo-regionen, medan marknadsledande i Sverige är de mindre uppenbara platserna Sandviken och Mariestad. Eftersom denna utveckling baseras på lokal entusiasm och drivkraft, bildar denna typ av kluster en bättre grund för vidare expansion och snabbare lönsamhet än någon teoretiskt utvecklad strategi kring var den lämpligaste utbyggnaden sker.

7.2 Sjekkliste for kommuner

Denne sjekklisten skal være et verktøy for kommuner som ønsker å legge til rette for utslippsfri transport i sin kommune. Det gjelder både for omstilling av egen kjøretøyflåte til utslippsfrie kjøretøy, og for å legge til rette for at kommunens næringsliv og innbyggere kan kjøre utslippsfritt.

1. Kartlegg kommunens behov vs. tilgjengelige kjøretøy

Kommunen bør som første punkt vurdere hvilket behov den har for ulike typer kjøretøy. Det kan gjerne kategoriseres i personbiler, lette varebiler, lastebiler og arbeidsmaskiner (traktorer, feiebiler etc.). Kartleggingen bør si noe om bruksområdet, årlig og daglig kjørelengde, krav til kjøretøyet (for eksempel lastekapasitet) krav til fylletider etc. Ut fra dette kan man se potensialet for å omstille til utslippsfrie kjøretøy. Denne kartleggingen bør også se på tilgjengelig infrastruktur og hvilket behov man eventuelt vil ha for hydrogenstasjoner og ladeinfrastruktur framover.

2. Kartlegg viktige transportmønstre i kommunen

Kommunen bør identifisere hvordan transporten i kommunen typisk skjer, og hvordan denne henger sammen med omkringliggende kommuner. Dette er viktig for å vurdere hvor det er naturlig å lokalisere infrastruktur, samt å finne hvilke tiltak som vil være mest effektive gitt næringslivets, innbyggernes og kommunens eget transportbehov.

3. Kartlegg hva tilgrensende kommuner og regioner gjør

Transport er grenseoverskridende. Det er viktig at kommuner og regioner samarbeider om tiltak slik at man fremmer mulighet for bruk av utslippsfrie kjøretøy i en større region og i transportkorridorer. Her bør man kartlegge omgivelsenes arbeid og identifisere mulige samarbeidspartnere blant kommuner, fylker og over landegrenser.

4. Identifiser viktige aktører i egen kommune

Tiltak for omstilling til utslippsfri transport krever et samarbeid mellom offentlige og private aktører. Det er derfor viktig å identifisere hvilke aktører i kommunen som kan være samarbeidspartnere. Det kan være bedrifter, forskningsinstitutter, utdanningsinstitusjoner og private organisasjoner. Noen kan bidra med kompetanse i utforming av tiltak, andre kan være sentrale aktører i gjennomføringen.

5. Identifiser lokale muligheter for alternative drivstoff

I noen kommuner finnes særskilte fortrinn for å produsere, lagre eller bruke ulike alternative drivstoff. Noen har bioressurser som kan benyttes til å produsere biogass og hydrogen, noen har vannkraft som kan benyttes til billig produksjon av hydrogen, mens andre igjen kanskje har strøm fra solceller som kan benyttes til opplading av elbiler. Ved å utnytte lokale fortrinn for produksjon av drivstoff kan man også bidra til lokal verdiskaping og nye arbeidsplasser.

6. Identifiser tilgjengelige virkemidler

Omstilling til utslippsfri transport er høyt prioritert i EU, nasjonalt og regionalt. Det finnes derfor en rekke tilgjengelige økonomiske virkemidler som kommunene kan benytte seg av for gjennomføring av tiltak. Det er viktig å kartlegge nasjonale strategier og tilgjengelige virkemidler når man utarbeider egne tiltak, slik at det kan være mulig å søke om støtte til gjennomføringen av disse.

7. Sikre arealer for etablering av infrastruktur

De siste års erfaring viser at areal for etablering av infrastruktur er en vesentlig utfordring for omstilling til utslippsfrie drivstoff. Spesielt gjelder dette i urbane strøk. Et av de viktigste tiltakene kommunen kan gjøre er å sikre tilgjengelighet til relevante arealer for energistasjoner, og legge til rette for effektiv regulering. Lokaliseringen må være slik at den understøtter de viktige transportmønstrene som er identifisert. Dette vil stimulere private aktører til å etablere energistasjoner i kommunen.

8. Etablere strategi for utslippsfrie kjøretøy og infrastruktur

Når de første syv punktene er gjennomført har man et godt underlag for å utarbeide en strategi for utslippsfrie kjøretøy og tilhørende infrastruktur. Omstillingen til utslippsfri transport krever langsiktig arbeid og samarbeid. Det er derfor viktig at kommunen vedtar en slik strategi og at den viser at man tenker langsiktig. Det vil gi næringsliv og innbyggere trygghet for å gjøre de nødvendige investeringer i infrastruktur og kjøretøy.

9. Lag en handlingsplan med tydelige mål og tiltak

Strategien bør følges opp med en handlingsplan som beskriver konkrete tiltak kommunen skal gjøre alene og sammen med andre. Her vil anskaffelse av egne kjøretøy og andre tiltak som vedrører kommunens drift inngå, sammen med tiltak som skal bidra til omstilling også hos næringsliv og innbyggere. Handlingsplanen bør rulleres/oppdateres årlig eller hvert andre år, slik at man kan ta høyde for den raske utviklingen som skjer innen infrastruktur og tilgjengelige kjøretøy.

10. Involver næringsliv og innbyggere

Synlighet og tydelighet er viktige stikkord for å lykkes med omlegging til utslippsfri transport. Kommunen må kommunisere sine ambisjoner, mål og tiltak på en slik måte at det motiverer næringsliv og innbyggere til å delta i omstillingen. God kommunikasjon kan være med å gjøre kommunens mål til innbyggernes mål. Klarer kommunen å skape engasjement og stolthet blant næringsliv og innbyggere er mye gjort!

8 Referanser

[AKERSHUS-1] Akershus fylkeskommune, 2018, Regional plan for klima og energi i Akershus, <http://www.akershus.no/ansvarsomrader/klima-og-miljo/klima-og-energi/regional-plan-for-klima-og-energi/>.

[AKERSHUS-2] Akershus fylkeskommune, 2018, Regional plan for klima og energi i Akershus, Handlingsprogram 2019-2022, <http://www.akershus.no/file.php?id=104191>.

[AKERSHUS-3] Akershus fylkeskommune, 2017, Etablerer driftstøtte til hydrogenstasjoner, http://www.akershus.no/nyheter/?article_id=205572.

[AKERSHUS OSLO] Akershus fylkeskommune, 2018, Hydrogenstrategi 2014-2025, <http://www.akershus.no/ansvarsomrader/klima-og-miljo/hydrogensatsing/hydrogenstrategi/>.

[BLUE MOVE WP2] The Blue Move for a Green Economy – Hållbara affärsmodeller för emissionfri transport med vätgas och bränsleceller, <http://www.scandinavianhydrogen.org/wp-content/uploads/2017/06/BlueMove.pdf>.

[BLUE MOVE WP3] The Blue Move for a Green Economy – Mulighetsstudie for produksjon, industri, lagring og distribusjon av hydrogen, <http://www.scandinavianhydrogen.org/wp-content/uploads/2018/08/Rapport-KL-2017-01-BM-V2.pdf>.

[BLUE MOVE WP4] WSP Process, 2018, Utredning av Vätgastankstationer, intern rapport.

[BLUE MOVE WP5-1] The Blue Move for a Green Economy – Behovsstudie och teknikkartläggning av arbeidsmaskiner, under utarbeidelse - vil bli publisert på <http://www.scandinavianhydrogen.org/>.

[BLUE MOVE WP5-2] Greensight, 2018, Mulighetsstudie - Potensialet for midlertidige hydrogenfyllestasjoner i Norge og Sverige, http://www.scandinavianhydrogen.org/wp-content/uploads/2018/06/Greensight_rapport.pdf.

[DAFI] Directive 2014/94/EU of the European Parliament and the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure.

[DAFI-SUMMARY] Summary on national plans for alternative fuel infrastructure, https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2017-11-08-mobility-package-two/summary_of_national_policy_frameworks_on_alternative_fuels.pdf.

[EUROSTAT-1] Greenhouse gas emission statistics - emission inventories, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emission_statistics.

[EUROSTAT-2] Consumption of energy, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Consumption_of_energy#Consumption.

[GREENSIGHT] Greensight, 2017, Hydrogen i tungtransporten, <https://www.greensight.no/wp-content/uploads/sites/6/2017/12/Rapport-offentlig-min.pdf>.

[GÖTEBORG] Göteborg Stad, 2018, Klimatstrategisk program for Göteborg, <http://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/det-gor-goteborgs-stad/klimatstrategiskt-program>.

[IEA] IEA Technology Roadmap: Hydrogen and Fuel Cells, 2015. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-hydrogen-and-fuel-cells.html>.

[IFE] Martin Kirkengen, Avdelingsleder IFE/ENSYS, Null-utslipp i transport – hvorfor vi trenger både hydrogen og batterier, https://www.zero.no/wp-content/uploads/2017/05/2017-05-04-Martin-Kirkengen_IFE_Tungtransportforum-HydrogenV2.pdf.

[KLIMATSAMVERKAN] Klimatsamverkan Skåne, 2018, Sista stegen mot fossilbränslefrihet!, <https://www.trelleborg.se/globalassets/files/centralt/nyheter/2018/06/fossilbranslefria-kommuner.pdf>.

[KØBENHAVN-1] København kommune, 2018, CO₂-neutral hovedstad, <https://www.kk.dk/artikel/co2-neutral-hovedstad>.

[KØBENHAVN-2] Københavns kommune, 2017, CPH 2025 Climate Plan Roadmap 2017-2020, http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=%201734.

[MALMÖ] Malmö stad, 2018, Sveriges klimatsmartaste stad, <http://miljobarometern.malmo.se/miljoprogram/klimatsmartaste/>.

[NTP] Nasjonal transportplan 2018-2019, Meld. St. 33 (2016-2017). <https://www.regjeringen.no/no/tema/transport-og-kommunikasjon/nasjonal-transportplan/id2475111/>.

[OSLO-1] Oslo kommune, 2018, Klima- og energistrategi, <https://www.oslo.kommune.no/politikk-og-administrasjon/miljo-og-klima/miljo-og-klimapolitikk/klima-og-energistrategi/#gref>.

[OSLO-2] Oslo kommunes anskaffelses strategi, byrådssak 1104/17, <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13254871/Innhold/Politikk%20og%20administrasjon/Anskaffelser/Anskaffelsesstrategi%202017%20-.pdf>.

[OSLO-3] Oslo kommune, 2017, Klimabudsjett 2018, <https://www.oslo.kommune.no/politikk-og-administrasjon/politikk/budsjett-regnskap-og-rapportering/kommunens-vedtatte-budsjett-2018/byradets-budsjettforslag-2018-og-okonomiplan-2018-2021/?del=2>.

[OSLO-4] Oslo kommune, 2018, Bilfritt byliv, <https://www.oslo.kommune.no/politikk-og-administrasjon/slik-bygger-vi-oslo/bilfritt-byliv/#gref>.

[RUTER-1] Ruter, 2018, Fossilfri 2020, <https://ruter.no/om-ruter/prosjekter/fossilfri2020/>.

[RUTER-2] Ruter, 2018, Utslippsfri kollektivtransport i Oslo og Akershus, <https://ruter.no/contentassets/e7bd74c5a3724b2789c874e97ae0427b/rapport-utslippsfri-kollektivtransport-i-oslo-og-akershus.pdf>.

[SCANDRIA2ACT] Assessment of Clean Fuel Deployment and Market Access of Clean Fuels in the Northern Scandria®Corridor, <https://scandria-corridor.eu/index.php/en/component/phocadownload/category/42-results-clean-fuel-deployment>.

[SKEDSMO] Strategi for fossilfrie kjøretøy, <https://www.skedsmo.kommune.no/globalassets/teknisk/energi-klima-og-miljo/strategi-for-fossilfritt-drivstoff-2017-2020-revidert-juni-2017.pdf>.

[SKÅNE] Skåne, 2017, Handlingsplan för fossilfria drivmedel i Skåne <https://www.skane.se/Public/Protokoll/Regionala%20utvecklingsnämnden/2017-12-04/Handlingsplan%20för%20fossilfria%20drivmedel/Handlingsplan%20för%20fossilfria%20drivmedel%20i%20Skåne%20-%20presentation%2020171107.pdf>.

[TØI] Transportøkonomisk Institutt, 2016, Kjøretøysparkens utvikling og klimagassutslipp. Framskrivinger med modellen BIG, <https://www.toi.no/publikasjoner/kjoretoyparkens-utvikling-og-klimagassutslippframskrivinger-med-modellen-big-article34059-8.html>.

The Blue Move for a Green Economy

*Rammevilkår og strategier for
hydrogen i transportsektoren*

Versjon 1

2018

Rapport KL-2018-08-BM-V1

